



TUGAS AKHIR (RC14-1501)

**PERENCANAAN SISTEM PONDASI *PLATFORM*
DAN *BREASTING DOLPHIN* DI INTAKE CANAL
COMPRESSED NATURAL GAS JETTY MUARA
TAWAR, BEKASI**

**SILVIANA JEAHAN
NRP 3113 100 064**

**Dosen Pembimbing I
Ir. Suwarno, MEng.**

**Dosen Pembimbing II
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT (RC14-1501)

**DESIGN FOUNDATION SYSTEM OF PLATFORM
AND BREASTING DOLPHIN IN INTAKE CANAL
COMPRESSED NATURAL GAS JETTY MUARA
TAWAR, BEKASI**

**SILVIANA JEAHAN
NRP 3113 100 064**

**Academic Supervisor I
Ir. Suwarno, MEng.**

**Academic Supervisor II
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PERENCANAAN SISTEM PONDASI PLATFORM
DAN BREASTING DOLPHIN DI INTAKE CANAL
COMPRESSED NATURAL GAS JETTY MUARA
TAWAR, BEKASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi Geoteknik
Program Studi S-1 Reguler Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

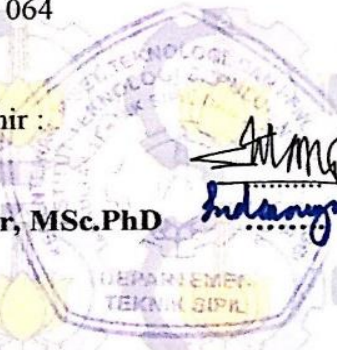
SILVIANA JEAHAN

Nrp. 3113 100 064

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Suwarno, MEng.
2. Prof.Ir.Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD


Indrasurya B. Mochtar



SURABAYA, JULI 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Perencanaan Sistem Pondasi *Platform* dan *Breasting Dolphin* di Intake Canal *Compressed Natural Gas Jetty* Muara Tawar, Bekasi

Nama Mahasiswa : Silviana Jeahan
NRP : 3113 100 064
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing I : Ir. Suwarno, MEng.
Dosen Pembimbing II : Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc. PhD.

ABSTRAK

Proyek perencanaan sistem pondasi platform dan breasting dolphin ini berlokasi di Jalan Muara Tawar, Bekasi, Jawa Barat. Adanya pembangunan sistem pondasi ini dilatar belakangi oleh jumlah gas yang akan dipasok di PLTGU Muara Tawar yang akan semakin bertambah, sehingga kapal yang membawa tabung-tabung gas CNG juga semakin bertambah hingga 10.000 DWT. Plan layout existing jalan akses menuju intake canal memiliki panjang 2800,44 meter dengan ukuran lebar jalan akses intake canal 45 meter; sedangkan untuk kedalaman perairan hanya 4-5 meter LWS dan kebutuhan kedalaman perairan untuk kapal CNG 10.000 DWT adalah minimal -7.5 meter LWS.

Dengan rencana penambahan untuk keperluan sandar kapal CNG maka diperlukan perencanaan sistem pondasi yang kuat untuk breasting dolphin sebagai penerima beban dari kapal yang menambat pada intake. Pada intake juga direncanakan platform office sebagai kantor dan mushola dengan dilakukan penimbunan

setinggi 6.5 m dari dasar laut serta dilindungi oleh dinding penahan tanah disisi kanan kiri timbunan.

Dengan perencanaan tersebut, diharapkan mendapatkan perencanaan system pondasi platform dan breasting dolphin di intake canal Muara Tawar, Bekasi yang tepat untuk penambatan kapal-kapal CNG.

Kata Kunci : Compressed Natural Gas (CNG), Dead Weight Tonnage (DWT), Low Water Spring (LWS), Platform, Breasting Dolphin, platform office

**Design Foundation System of Platform and
Breasting Dolphin in Intake Canal Compressed Natural
Gas Jetty Muara Tawar, Bekasi**

Name of Student : Silviana Jeahan
Student's Number : 3113100064
Department : Civil Engineering Dept. FTSP ITS
Supervisor I : Ir. Suwarno, MEng.
Supervisor II : Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar,
MSc. PhD.

ABSTRACT

Project planning foundation system platform and breasting dolphin is located in Muara Tawar, Bekasi, West Java. The construction of the foundation system is triggered by the amount of gas to be supplied in the Muara Tawar that will be growing, so that ships carrying CNG gas cylinders is also increasing up to 10.000 DWT. Plan layout existing access road to the intake canal has a length of 2800.44 meters with the width of access road intake canal 45 meters; while for water depths is only 4-5 meter LWS and the depth of water requirement for CNG 10.000 DWT vessel is minimal -7.5 meter LWS.

With the additional plan for the CNG ships need. It is necessary to plan a strong foundation system for breasting dolphin as the load recipient of the ship that is intact on the intake. On the intake is also planned office platform as an office and mosque with 6.5 m hoarding of the seabed and protected by a sheet pile on the left side of the pile

With these plans, is expected to get a foundation system design platform and breasting dolphin in the intake canal Muara Tawar, Bekasi is right for mooring ships CNG.

Keyword : Compressed Natural Gas (CNG, Dead Weight Tonnage (DWT), Low Water Spring (LWS), Platform, Breasting Dolphin

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Sistem Pondasi *Platform* dan *Breasting Dolphin* di *Intake Canal Compressed Natural Gas Jetty* Muara Tawar, Bekasi.”

Tugas Akhir ini diajukan sebagai persyaratan gelar kesarjanaan jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat berguna bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, unyuk itu segala saran dan masukan tentang penulisan tugas akhir ini sangat diharapkan.

Adapun dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kuasa dan bimbingan-Nya
2. Kedua Orangtua Penulis atas doa, motivasi, dukungan, dan semangatnya
3. Bapak Ir. Suwarno, MEng., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc.PhD., selaku Dosen Pembimbing 2 atas arahan, ilmu, dan waktu yang diberikan kepada penulis
4. Ibu Prof. Ir Noor Endah, M.Sc., Ph.D dan Ibu Putu Tantri Kumala Sari, ST., MT selaku dosen geoteknik yang membantu memberikan ilmu dan pengalaman yang telah diberi kepada penulis

5. Teman-teman KIJIL; Ni Putu Ika Frisilia, Nadya Primadian, Mitha Octavenia, Dian Pararta, Dzakia Amalia, dan Aninda yang telah memberikan motivasi, dukungan dan doa kepada penulis
6. Reza Fauzan Permadi atas doa, motivasi, dukungan, saran, dan doa selama mengerjakan Tugas Akhir ini
7. Teman-teman kos BPD Mulyosari; Dina Tandiana Halim dan Avynda Andriani atas waktu dan dukungannya
8. Laveda Nidya atas doa dan motivasi yang diberikan kepada penulis
9. M. Teguh Priyatna dan Alpha Rizky yang telah membantu memberikan imunya kepada penulis
10. Teman –teman S-56, angkatan 2013 Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah berjuang bersama penulis selama 4 tahun ini
11. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat Penulis sebutkan satu per satu.

Walaupun masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan. Penulis juga memohon maaf atas kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
<i>TITLE PAGE</i>	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penulisan.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penulisan.....	6
BAB II <u>T</u> INJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Umum	7
2.2 Analisa Parameter Tanah.....	7
2.2.1 Pendekatan Korelasi Parameter Tanah.....	7
2.3 Teori Pre-loading.....	10
2.3.1 Perencanaan Tinggi Timbunan (H inisial dan H final)	10
2.3.2 Pembebanan Bertahap.....	11
2.3.3 Penambahan Tegangan Tanah akibat Timbunan (Δp)	11
2.4 Settlement.....	15

2.4.1	Waktu Penurunan Tanah	17
2.4.2	Metode Percepatan Pemampatan dengan PVD 18	
2.4.3	Kedalaman Vertical Drain.....	19
2.4.4	Menentukan Lamanya Konsolidasi	19
2.4.5	Peningkatan Daya Dukung Tanah.....	25
2.4.6	Besar Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap.....	26
2.5	Perkuatan tanah	27
2.5.1	Perkuatan lereng dengan Turap	27
2.6	Sistem Pondasi Tiang Pancang.....	28
2.6.1	Perencanaan daya dukung tiang pancang berdasarkan SPT lapangan.....	28
2.6.2	Kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang	30
2.7	Sistem Pondasi Tiang Pancang Breasting Dolphin	35
BAB III METODOLOGI		43
4.1	Bagan Alir	43
4.2	Studi Literatur	45
4.3	Pengumpulan data (sekunder) dan Analisis Data ..	46
4.4	Analisis Perencanaan Sistem Pondasi Platform dan Breasting Dolphin di Intake Canal Muara Tawar	48
BAB IV DATA DAN ANALISA		49
4.1	Data Tanah.....	49
4.2	Analisa Parameter Tanah.....	49

4.3 Data Tanah Timbunan.....	51
4.5 Data Spesifikasi Bahan	53
4.5.1 Sheet Pile Beton	53
4.5.2 Pre-fabricated Vertical Drain (PVD).....	54
4.5.3 Pondasi Tiang Pancang.....	54
BAB V PERENCANAAN GEOTEKNIK	55
5.1 Perencanaan Timbunan.....	55
5.1.1 Perhitungan Distribusi Tegangan	55
5.1.2 Perhitungan Besar Pemampatan (S_c).....	58
5.1.3 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal ($H_{initial}$) dan Tinggi Timbunan Akhir (H_{final})	60
5.2 Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa PVD	63
5.3 Perencanaan PVD untuk Mempercepat Pemampatan	65
Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v).....	65
Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h)	65
Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-rata (\bar{U})	66
5.4 Penimbunan Bertahap	67
5.4.1 Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) 100%	67
5.5 Perencanaan Perkuatan Talud dengan Turap	70
5.5.1 Perencanaan Turap Tanpa Angker	70
5.6 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang <i>Breasting Dolphin di Intake Canal</i>	80
5.6.1 Perencanaan Fender.....	80

5.6.2	Perencanaan Breasting Dolphin.....	88
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	97
6.1	Kesimpulan	97
6.2	Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN.....		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Lokasi Muara Tawar, Bekasi	1
Gambar 1. 2	Tampak atas layout perencanaan intake canal	2
Gambar 1. 3	Potongan memanjang layout perencanaan intake canal	3
Gambar 1. 4	Denah Platform Office dan Utilitas lain	3
Gambar 1. 5	Layout Intake Canal Muara Tawar, Bekasi.....	4
Gambar 1. 6	Bagian Samping Intake Canal.....	5
Gambar 2. 1	Grafik korelasi LL dan PI (Atterberg Limit Consistency and Classification Soil Value)	9
Gambar 2. 2	Grafik korelasi LL dan Cv (After U.S. Navy, 1971)	10
Gambar 2. 3	Penimbunan Bertahap	11
Gambar 2. 4	Grafik faktor pengaruh beban trapesium.....	13
Gambar 2. 5	Diagram Tegangan Tanah.....	13
Gambar 2. 6	Grafik faktor pengaruh beban trapesium.....	15
Gambar 2. 7	Skema Pemasangan Vertical Drain.....	19
Gambar 2. 8	Pola susunan PVD bujur sangkar.....	21
Gambar 2. 9	Pola susunan PVD segitiga	21
Gambar 2. 10	Diameter lingkaran ekuivalen untuk PVD	22
Gambar 2. 12	Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang Pada Kondisi I.....	32
Gambar 2. 13	Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II	33
Gambar 2. 14	Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi III.....	34
Gambar 2. 15	Prosedur Desain untuk Masing-masing Kondisi.....	35
Gambar 2. 16	Kondisi Kapal Bertambat dengan draft maksimum	39

Gambar 2. 17 Menentukan Ce	39
Gambar 2. 18 Cc berdasarkan rekomendasi PIANC	40
Gambar 2. 19 Spesifikasi fender.....	42
Gambar 3. 1 Diagram Alir	45
Gambar 3. 2 Layout Perencanaan Pelebaran Jalan Akses Intake Canal (sumber: pribadi).....	46
Gambar 3. 3 Detail Layout Intake Canal Tampak Atas.....	47
Gambar 3. 4 Potongan Melintang Platform Office	47
Gambar 4. 1 Sketsa Rencana Penimbunan	52
Gambar 4. 2 Potongan Melintang Platform Office	52
Gambar 4. 3 Penampang Profil Sheet Pile Beton	53
Gambar 5. 1 Kurva Faktor Pengaruh (NAVFAC)	58
Gambar 5. 2 Grafik hubungan antara H-initial dan H-final.....	62
Gambar 5. 3 Hubungan H final dan Sc	63
Gambar 5. 4 Hubungan Derajat Konsolidasi dan Waktu	67
Gambar 5. 5 Potongan Melintang Daerah Timbunan	69
Gambar 5. 6 Sketsa lapisan tanah (BH.1)	70
Gambar 5. 7 Diagram Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif....	75
Gambar 5. 8 Kecepatan Bertambat Kapal.....	82
Gambar 5. 9 Kondisi Kapal bertambat dengan draft maksimum	84
Gambar 5. 10 CC berdasarkan Rekomendasi PIANC	85
Gambar 5. 11 Spesifikasi Fender	88
Gambar 5. 12 Layout Breasting	89
Gambar 5. 13 Tampak Samping Struktur Breasting	90
Gambar 5. 14 Sket Tiang Pancang Miring.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Korelasi N-SPT.....	8
Tabel 2. 2 Variasi Faktor Waktu Terhadap Derajat Konsolidasi	18
Tabel 2. 3 Rumus penambahan Tegangan Efektif $U < 100\%$	26
Tabel 2. 5 Hubungan kecepatan bertambat kapal dan DWT	38
Tabel 2. 6 PIANC (2002).....	38
Tabel 2. 7 Fender Tipe SCN.....	41
Tabel 4. 1 SPT dan korelasinya (J.E. Bowles,1984).....	49
Tabel 4. 2 Korelasi Data Tanah	50
Tabel 4. 3 Korelasi Data Tanah	51
Tabel 5. 1 Rekap Perhitungan Pemampatan akibat tinggi timbunan bervariasi	61
Tabel 5. 2 Data Tanah BH.1 untuk Perhitungan Waktu Pemampatan	63
Tabel 5. 3 Waktu Pemampatan Tanpa PVD	64
Tabel 5. 6 Hubungan kecepatan bertambat kapal dan DWT	83
Tabel 5. 7 Spesifikasi Tiang Pancang	93
Tabel 5. 8 Daya Dukung Tiang Pancang	94

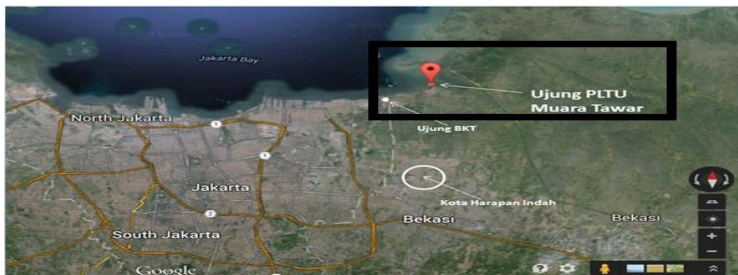
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

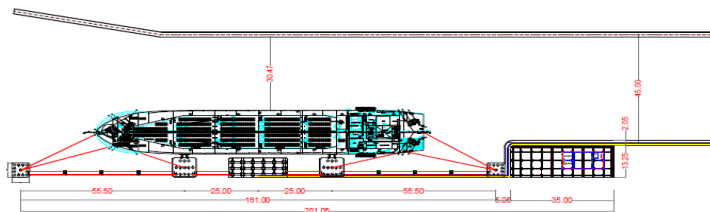
1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap Muara Tawar merupakan pembangkit utama untuk sistem kelistrikan Jawa-Bali yang dimiliki oleh PT. PLN (Persero). Lokasi PLTGU tersebut terletak di Muara Tawar Bekasi, Jawa Barat seperti pada Gambar 1.1. Pemasokan gas dari PGN ke PLTGU Muara Tawar ini dimulai pada tahun 2008 dan berakhir hingga 8 April 2016. Oleh karena itu, PLTGU Muara Tawar harus melakukan kontrak kembali untuk pemasokan gas. Gas pada PLTGU ini dipasok oleh Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk (PGN). Pelanggan PGN di PLTGU adalah 107.690 rumah tangga, 1.857 usaha kecil, mal, restoran dan rumah makan, serta 1.529 industri skala besar dan pembangkit listrik. Konsumen PGN ini tersebar merata dari Sumatera – Papua. Realisasi penyaluran gas ke PLTGU Muara Tawar akan disesuaikan dengan kebutuhan listrik PLN. Oleh karena itu, dibutuhkan lebih banyak gas lagi sesuai dengan kebutuhan konsumen dan rencana gas yang akan dipasok untuk 5 tahun ke depan sebesar 35000MW.

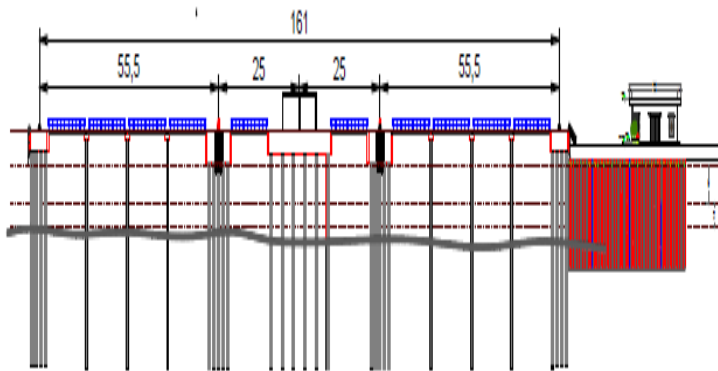


Gambar 1. 1 Lokasi Muara Tawar, Bekasi

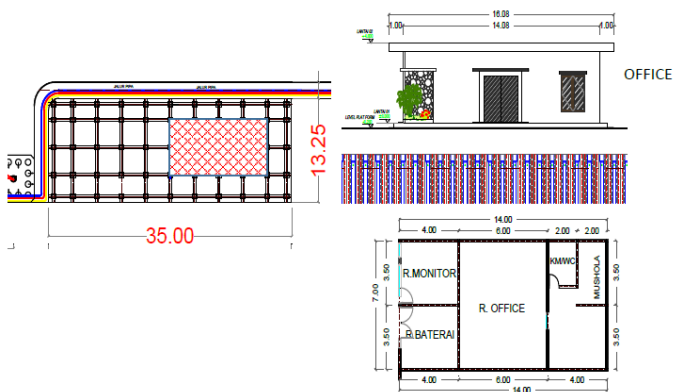
Gas-gas tersebut dibawa oleh kapal-kapal CNG (Compressed Natural Gas) dalam bentuk tabung-tabung gas CNG dari Gresik ke Muara Tawar, Bekasi. Gas dari tabung-tabung CNG tersebut kemudian disalurkan lewat pipa di Muara Tawar, Bekasi. Perusahaan gas negara mengoperasikan pipa transmisi dan distribusi gas sepanjang 7.026 kilometer atau mencakup 76 persen pipa gas bumi hilir di seluruh Indonesia. Dengan panjang pipa gas tersebut, PGN menyalurkan gas sebesar 1.591 juta kaki per hari. Gas sebesar 35000MW yang akan dipasok di PLTGU Muara Tawar, membutuhkan kapal CNG Carrier yang akan menambat pada konstruksi jetty di intake canal Muara Tawar sebesar 10.000 DWT. Namun, tempat untuk berlabuhnya kapal pada konstruksi jetty intake canal tidak begitu luas yaitu, dengan ukuran panjang canal hanya 2800.44 meter; lebar intake canal hanya berukuran 45 meter; dan kedalaman perairan hanya 4-5 meter LWS. Pada Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa intake canal direncanakan sepanjang 161 meter menggunakan pondasi tiang pancang hingga kedalaman 40 meter. Dapat dilihat pada potongan memanjang intake canal pada Gambar 1.3, sepanjang 35 meter dilakukan penimbunan tanah dan terdapat juga breasting dolphin untuk tempat menambatnya kapal. Bagian laut yang ditimbun diberikan dinding penahan tanah sheet pile. Dari permasalahan seperti yang telah disebutkan dibutuhkan pembangunan system pondasi *breasting dolphin* dan *platform office* pada gambar 1.4 intake canal dan diperlukan pengerukan diareal mulut intake canal agar kapal merapat pada lokasi jetty yang direncanakan. Layout intake canal Muara Tawar dapat dilihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1. 2 Tampak atas layout perencanaan intake canal



Gambar 1. 3 Potongan memanjang layout perencanaan intake canal



Gambar 1. 4 Denah Platform Office dan Utilitas lain



Gambar 1. 5 Layout Intake Canal Muara Tawar, Bekasi

Perencanaan sistem pondasi platform dan breasting dolphin di intake canal dilakukan seperti terlihat pada Gambar 1.5. Perencanaan tersebut membutuhkan dinding penahan tanah agar kondisi bangunan platform yang ditimbun tidak terjadi kelongsoran. Pada intake canal akan dibangun juga breasting dolphin untuk kapal yang akan menambat dapat dilihat pada Gambar 1.2 dan Gambar 1.3. Oleh karena itu, selain merencanakan dinding perkuatan tanah pada konstruksi *platform office* intake canal, juga akan direncanakan pondasi tiang pancang breasting dolphin. Breasting dolphin CNG Jetty berfungsi untuk menambatnya kapal-kapal CNG. Alat penambat ini direncanakan untuk bisa menahan gaya horizontal yang ditimbulkan oleh benturan kapal, tiupan angin, dorongan arus yang mengenai badan kapal pada waktu

ditambahkan. Kondisi saat ini sebelum dilakukan pembangunan platform office dan breasting dolphin di intake canal, bagian kiri dan kanan intake canal disokong oleh sheet pile seperti pada Gambar 1.6.



Gambar 1. 6 Bagian Samping Intake Canal

Dari permasalahan-permasalahan seperti dijelaskan diatas, dapat dilihat bahwa intake canal membutuhkan perkuatan tanah yang harus diperhitungkan. Selain itu, pondasi breasting dolphin juga membutuhkan pondasi yang kuat untuk menahan beban kapal yang akan menambat. Oleh karena itu, tugas akhir ini dilakukan untuk memperoleh perencanaan system pondasi platform dan breasting dolphin pada jalan akses intake canal, Muara Tawar, Bekasi, Jawa Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, maka masalah yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan *platform office* intake canal Muara Tawar pada bagian laut yang ditimbun ?
2. Bagaimana perencanaan timbunan dengan pemasangan PVD ?
3. Bagaimana perencanaan dinding penahan tanah *platform office* intake canal Muara Tawar ?
4. Bagaimana perencanaan pondasi tiang pancang yang tepat untuk platform dan breasting dolphin CNG Jetty?

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah dapat merencanakan perencanaan sistem pondasi breasting dolphin dan platform di intake canal Muara Tawar, Bekasi yang tepat dan aman untuk penambatan kapal-kapal CNG

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan timbunan dan dinding penahan tanah hanya dilakukan pada platform office intake canal
2. Hanya merencanakan pondasi pada breasting dolphin yang terletak di bagian laut.
3. Tidak menghitung arus air yang ada disekitar area Muara Tawar.
4. Tidak menghitung pengerukan di area intake canal

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat perencanaan pada Tugas Akhir ini adalah dapat menjadi acuan perencanaan sistem pondasi platform dan breasting dolphin di intake canal compressed natural gas jetty Muara Tawar, Bekasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai beberapa teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam perencanaan sistem pondasi platform dan breasting dolphin di intake canal Muara Tawar Bekasi. Berikut beberapa teori yang akan digunakan :

1. Analisa parameter tanah
2. Teori *pre-loading*
3. Perhitungan penurunan tanah atau settlement
4. Percepatan pemampatan dengan pemasangan *prefabricated vertical drain*
5. Perencanaan perkuatan tanah
6. Perencanaan dinding penahan tanah turap
7. Pondasi tiang pancang

2.2 Analisa Parameter Tanah

Analisa parameter tanah yang dilakukan adalah dengan mengelompokkan tanah sesuai karakteristik tanah, penentuan parameter tanah dari beberapa data tanah dengan korelasi parameter tanah yang tidak diketahui.

2.2.1 Pendekatan Korelasi Parameter Tanah

Berat volume tanah didapatkan berdasarkan nilai N-SPT seperti pada Tabel 2.1, dengan merujuk pada data tanah BH Lampiran 1.

Tabel 2. 1 Korelasi N-SPT

<i>Cohesionless Soil</i>					
<i>N (blows)</i>	0-3	4-10	11-30	31-50	>50
γ (kN/m ³)	-	12-16	14-18	16-20	18-23
ϕ (°)	-	25-32	28-36	30-40	>35
<i>State</i>	<i>Very Loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
<i>Dr</i> (%)	0-15	15-35	35-65	65-85	85-100
<i>Cohesive Soil</i>					
<i>N (blows)</i>	<4	4-6	6-15	16-25	>25
γ (kN/m ³)	14-18	16-18	16-18	16-20	>20
<i>qu</i> (kPa)	<25	20-50	30-60	40-200	>100
<i>Consistency</i>	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiff</i>	<i>Hard</i>

Wahyudi & Lastiasih (2007) dalam Wahyudi (2013) menyajikan korelasi antara nilai N-SPT dengan berat volume tanah, yang berlaku untuk very soft clay dengan nilai NSPT < 4 menggunakan persamaan :

$$\gamma_{\text{sat}} = 0.08 \text{ NSPT} + 1.47$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 0.09 \text{ NSPT} + 0.78$$

Nilai kadar air (ω_{sat}), porositas (n), angka pori (e), dan koefisien konsolidasi vertikal (C_v) didapat dari korelasi berdasarkan nilai berat volume jenuh tanah γ_{sat} yang bersumber dari *Biarez*, dapat dilihat pada Lampiran 2.

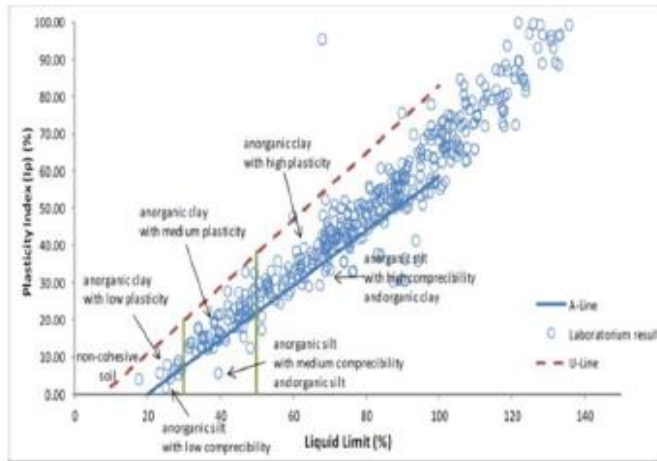
Perhitungan konsolidasi primer dapat dicari menggunakan rumus dari Kosasih dan Mochtar (1997), yaitu :

$$C_c = 0.006 \text{ LL} + 0.13 \text{ eo}^2 - 0.13$$

Untuk perhitungan indeks pemuaian (C_s), dalam Kosasih dan Mochtar (1997), digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$C_s = 0.002 \text{ LL} + 0.02 \text{ eo}^2 - 0.05$$

Untuk Indeks Plastisitas dapat ditentukan dengan grafik (atterberg limit consistency and classification) seperti pada Gambar 2.1 dan untuk nilai batas cair (LL) dapat ditentukan dengan grafik (after U.S. Navy, 1971) pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Grafik korelasi LL dan PI (Atterberg Limit Consistency and Classification Soil Value)

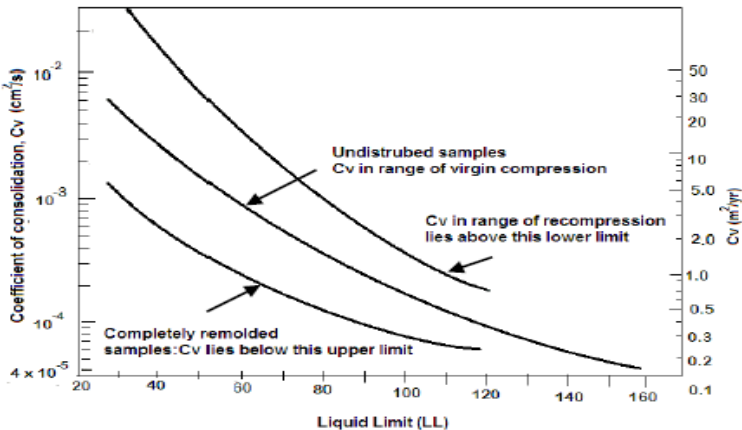
Untuk nilai sudut geser dalam efektif (Φ'), menurut Mitchell (1993); Kulhawy dan Mayne (1990) dalam Budi (2011) dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\Phi' = \sin^{-1} [0.8 - 0.094 \ln(PI)]$$

Dimana :

ϕ = sudut geser efektif (derajat)

PI = Plasticity Index (%)



Gambar 2. 2 Grafik korelasi LL dan C_v (After U.S. Navy, 1971)

Sedangkan untuk parameter cohesion undrained (C_u) menurut Bowles (1988) dalam Budi (2011) dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$C_u = 0.06 \text{ NSPT (kg/cm}^2\text{)}$$

2.3 Teori Pre-loading

Pre-loading merupakan salah satu upaya perbaikan daya dukung tanah dengan cara memberikan beban pada tanah dasar, sehingga mempercepat terjadinya pemampatan tanah. Dengan dimampatkannya tanah dasar, air pori akan mengecil dan meningkatkan daya dukungnya.

2.3.1 Perencanaan Tinggi Timbunan (H inisial dan H final)

Tinggi timbunan pada saat pelaksanaan umumnya tidak akan sama dengan tinggi timbunan yang direncanakan. Tinggi pada saat pelaksanaan haruslah lebih tinggi dari tinggi rencana, hal ini dimaksudkan untuk menambah tinggi yang hilang akibat adanya penurunan tanah dasar yang disebabkan berat timbunan itu sendiri. Tinggi timbunan pada perencanaan ini akan dibedakan

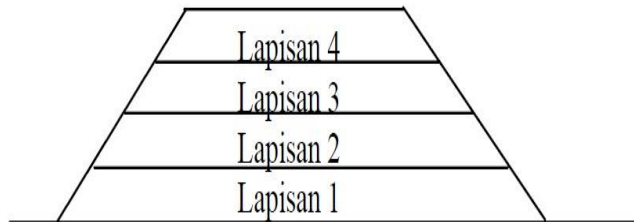
menjadi 2 jenis, yaitu tinggi timbunan rencana dan tinggi timbunan kritis.

$$H_{akhir} = H_{awal} - S_c$$

Tinggi timbunan pelaksanaan ($H_{inisial}$) berbeda dengan tinggi timbunan rencana, hal ini dikarenakan kondisi tanah dasar yang akan memampat akibat beban timbunan yang akan dibangun di atasnya. Oleh karena itu, tinggi pelaksanaan ini perlu ditambahkan dengan besar pemampatan *settlement* pada tanah dasar.

2.3.2 Pembebanan Bertahap

Pada perencanaan ini akan digunakan *pre-loading* jenis *surcharge*, dimana tanah dasar akan dibebani dengan beban timbunan yaitu dengan menggunakan tanah timbunan itu sendiri. Dikarenakan pada saat pelaksanaan penimbunan diperlukan pekerjaan pemadatan, oleh karena itu pekerjaan penimbunan tidak dapat dilakukan secara sekaligus untuk mencapai tinggi pelaksanaan melainkan diperlukannya penimbunan bertahap. Skema penimbunan bertahap data dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Penimbunan Bertahap

2.3.3 Penambahan Tegangan Tanah akibat Timbunan (Δp)

Penambahan tegangan ini biasanya diakibatkan oleh beban yang terjadi di atas permukaan tanah dasar sebesar Δp . Dikarenakan besar pembebanan yang akan diterima tiap lapisan tanah dasar akan berbeda, sehingga diperlukan peninjauan terhadap besarnya pembebanan ini. Besar beban luar yang berupa

timbunan dapat ditentukan dengan persamaan beban trapesium. Besarnya Δp pada kedalaman z adalah :

$$\begin{aligned}\Delta p &= I_z \times q \\ q &= H \times \gamma_{\text{timbunan}}\end{aligned}$$

Dimana :

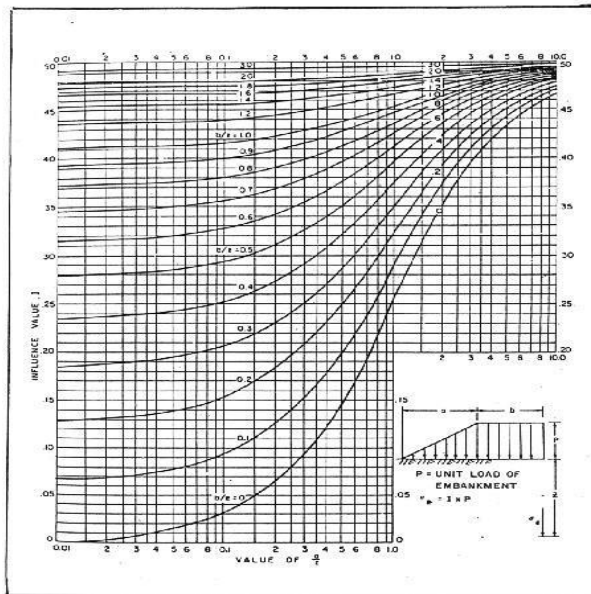
I_z : faktor pengaruh kedalaman terhadap dasar timbunan, besarnya nilai pengaruh didapatkan dengan menggunakan bantuan grafik *osterberg*. Dapat dilihat pada Lampiran 3.

q : Beban timbunan

H : Tinggi timbunan

Karena nilai I ditinjau pada tengah-tengah lebar timbunan, maka untuk timbunan yang simetris nilai I yang diperoleh harus dikalikan 2. Ada dua cara yang dapat digunakan untuk menentukan faktor pengaruh I , yaitu:

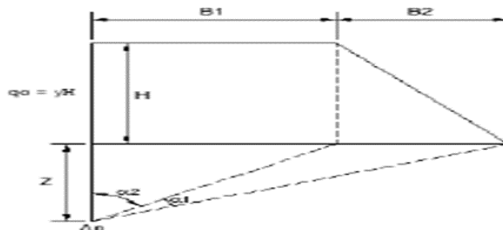
- a. Dengan bantuan grafik *Osterberg* (Gambar 2.4)
Pada Gambar 2.4 terdapat nilai perbandingan terhadap kedalaman tanah yang ditinjau (z), yaitu a/z dan b/z . Dimana nilai a adalah nilai lebar kemiringan talud, sedangkan nilai b adalah nilai lebar talud itu sendiri.



Influence Value for Vertical Stress Under Embankment Load of Infinite Length

Gambar 2. 4 Grafik faktor pengaruh beban trapesium

- b. Dengan bantuan diagram tegangan tanah akibat timbunan menurut Braja M.Das (1986)
Diagram tegangan tanah akibat timbunan dapat dilihat seperti Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Diagram Tegangan Tanah
(sumber: buku Principles of foundation Engineering,
Second Edition, Braja M.Das 1986)

Cara mencari nilainya :

$$\Delta p = q_0/\pi \left[\left\{ \frac{B_1+B_2}{B_2} \right\} (\alpha_1 + \alpha_2) - \frac{B_1}{B_2} (\alpha_2) \right]$$

Dimana :

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \left\{ \left(\frac{B_1+B_2}{z} \right) \right\} - \tan^{-1} \left(\frac{B_1}{z} \right) \quad (\text{rad})$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \left\{ \left(\frac{B_1}{z} \right) \right\} \quad (\text{rad})$$

$$q_0 = \text{beban timbunan (t/m}^2\text{)}$$

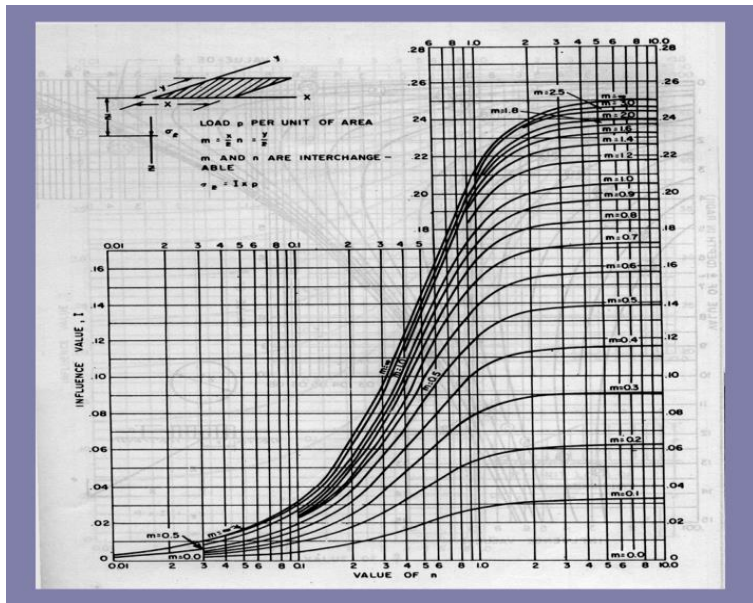
$$= \gamma_{\text{timbunan}} \times h_{\text{timbunan}}$$

$$B_1 = \text{setengah dari lebar timbunan (m)}$$

$$B_2 = \text{panjang proyeksi horizontal kemiringan timbunan (m)}$$

Karena nilai I ditengah-tengah dari lebar timbunan, maka untuk timbunan yang simetris nilai I yang diperoleh harus dikalikan 2 kalinya.

Untuk distribusi tegangan akibat *pavement*, digunakan grafik distribusi tegangan jajar genjang dengan menggunakan grafik *oesterbeg*. Pada Gambar 2.6 terdapat nilai perbandingan terhadap kedalaman tanah yang ditinjau (z), yaitu $m = x/z$ dan $n = y/z$. Dimana nilai x adalah nilai lebar kemiringan *pavement*, sedangkan nilai y adalah nilai panjang *pavement*.



Gambar 2. 6 Grafik faktor pengaruh beban trapesium

2.4 Settlement

Penurunan tanah (*settlement*) merupakan hasil dari penurunan bahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah. Suatu tanah di lapangan pada suatu kedalaman tertentu telah mengalami “tekanan efektif maksimum akibat berat tanah di atasnya” (*maximum effective overburden pressure*) dalam sejarah geologisnya. Tekanan efektif *overburden* ini mungkin sama dengan atau lebih kecil dari tekanan *overburden* yang ada pada saat pengambilan contoh tanah. Sehingga dalam Das (1988) mendefinisikan hal ini menjadi dua jenis tegangan berdasarkan pada sejarahnya:

1. Terkonsolidasi secara normal (normally consolidated), dimana tekanan efektif *overburden* pada saat ini adalah merupakan tekanan maksimum

yang pernah dialami oleh tanah itu. Sehingga untuk (NC Soil) dapat dibuat persamaan menjadi :

$$S_c = \frac{C_c \times H}{1+e_0} \log \left(\frac{p_o + \Delta p}{p_o} \right)$$

2. Terlalu terkonsolidasi (overconsolidated), dimana tekanan efektif *overburden* pada saat ini adalah lebih kecil dari tekanan yang pernah dialami oleh tanah itu sebelumnya. Tekanan efektif *overburden* maksimum yang pernah dialami sebelumnya dinamakan *tekanan prakonsolidasi* (preconsolidation pressure). Sehingga untuk (OC Soil) dapat dibuat persamaan menjadi:

- a. Apabila, $p_o + \Delta p \leq p_c$:

$$S_c = \frac{C_s \times H}{1+e_0} \log \left(\frac{p_o + \Delta p}{p_o} \right)$$

- b. Sedangkan bila, $p_o + \Delta p > p_c$:

$$S_c = \frac{C_s \times H}{1+e_0} \log \left(\frac{p_c}{p_o} \right) + \frac{C_c \times H}{1+e_0} \log \left(\frac{p_o + \Delta p}{p_c} \right)$$

Dimana:

S_c : pemampatan konsolidasi

H : tebal lapisan tanah (*compressible soil*)

e_0 : angka pori awal dari lapisan tanah

C_c : *Compression Index* dari lapisan tanah

C_s : *Swelling Index* dari lapisan tanah

P_o : tekanan tanah vertikal efektif disuatu titik di tengah tengah lapisan tanah akibat beban tanah sendiri di atas titik tersebut

P_c : effective past *overburden* pressure, tegangan konsolidasi efektif dimasa lampau yang lebih besar dari p_o

Catatan :

Tanah lunak di Indonesia umumnya dapat dianggap sebagai tanah agak *over consolidated*, sehingga :

$$P_c = p_o + \text{fluktuasi terbesar muka air tanah}$$

2.4.1 Waktu Penurunan Tanah

a. Lamanya Penurunan Tanah

Dari perumusan-perumusan Terzaghi dalam Das (1988) lama waktu konsolidasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$t = \frac{T_v \times Hdr^2}{cv}$$

Dimana :

t : lamanya waktu konsolidasi

Tv : Faktor waktu terhadap derajat konsolidasi

Cv : koefisien konsolidasi vertikal (cm²/s)

Hdr : panjang aliran air pori dalam tanah. Pada perumusanya hal ini dibedakan menjadi dua jenis,

- 1/2Hdr : dimana arah aliran air pori dua arah (ke atas dan ke bawah)
- Hdr : dimana arah aliran air pori satu arah (ke atas atau ke bawah)

b. Parameter Tanah untuk Lamanya penurunan Konsolidasi

1. Faktor Waktu (Tv)

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus berikut :

$$T_v = \frac{t \times cv}{(Hdr)^2}$$

$$\text{Untuk } U_v \text{ antara } 0 \text{ s.d } 60\% \quad = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \times 100\% \right)$$

$$\text{Untuk } U > 60\% \quad = (100-a)\%$$

$$\text{Dimana } a = 10^{\frac{1.781-T}{0.933}}$$

Dari perumusan tersebut, Das (1988) menyajikanya dalam tabel berupa variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi untuk seluruh kedalaman lapisan seperti terlihat pada Tabel 2.2.

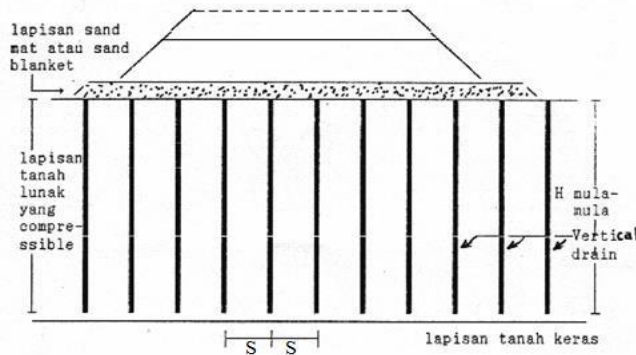
Tabel 2. 2 Variasi Faktor Waktu Terhadap Derajat Konsolidasi

Derajat Konsolidasi U%	Faktor Waktu Tv
0	0
10	0.008
20	0.031
30	0.071
40	0.126
50	0.197
60	0.287
70	0.403
80	0.567
90	0.848
100	=

2.4.2 Metode Percepatan Pemampatan dengan PVD

Vertical drain berfungsi untuk mempercepat waktu pemampatan konsolidasi primer pada lapisan tanah lempung compressible. Hal ini dikarenakan pemampatan konsolidasi yang terjadi pada tanah lempung berlangsung sangat lambat. Dengan adanya vertical drain maka air pori tanah tidak hanya mengalir keluar ke arah vertikal saja, tetapi juga ke arah horizontal. Metode ini digunakan saat penimbunan bertahap dan untuk mengurangi waktu yang diperlukan untuk mencapai derajat konsolidasi rencana. Vertical drain dapat berupa kolom pasir (*sand drain*) atau *pre-fabricated vertical drain* (PVD). PVD terbuat dari bahan geosintetik yang diproduksi di pabrik. Bahan ini dapat mengalirkan air dengan baik, namun masa efektif kerja bahan ini hanya 6 bulan. PVD lebih umum dipakai di lapangan dibandingkan dengan kolom pasir karena kolom pasir

pemasangannya jauh lebih rumit dan juga lebih mahal. Pemasangan *Vertical Drain* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Skema Pemasangan Vertical Drain

2.4.3 Kedalaman Vertical Drain

Kedalaman *vertical drain* adalah sepanjang lapisan tanah yang mengalami konsolidasi. *Vertical drain* dipasang sepanjang lapisan tanah *compressible* ($N-SPT < 10$) atau sedalam lapisan tanah yang masih mengalami pengaruh akibat distribusi tegangan dari beban di atasnya.

2.4.4 Menentukan Lamanya Konsolidasi

Sistem drainase vertikal telah dijelaskan oleh Baron (1948) berdasarkan teori aliran arah vertikal yang menggunakan asumsi Terzaghi tentang konsolidasi linear satu dimensi. Teori Barron menjelaskan beberapa anggapan, yaitu:

1. Lempung jenuh air dan homogen.
2. Semua regangan tekan (compressive strain) dalam tanah bekerja arah vertikal.
3. Aliran air pori horizontal, tidak ada aliran arah vertikal.
4. Kebenaran hukum Darcy tentang koefisien permeabilitas (k) pada semua lokasi.

5. Air dan butiran tanah relatif tak termampatkan dibandingkan dengan kemampumampatan struktur susunan partikel tanah lempung.
6. Beban tambahan pada mulanya diterima oleh air pori sebagai tegangan air pori (u).
7. Pada *vertical drain* tidak terjadi tegangan pori yang melebihi tegangan hidrostatik.
8. Daerah pengaruh aliran dari setiap drain berbentuk silinder.

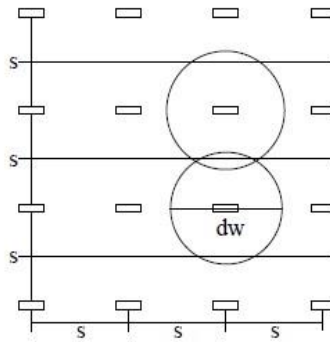
Teori ini menetapkan hubungan antara waktu, diameter, jarak antar drain, koefisien konsolidasi dan rata-rata derajat konsolidasi. Pernentuan waktu konsolidasi dari teori ini dapat dibuat persamaan sebagai berikut:

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times C_h} \right) \times F(n) \times \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right)$$

Dimana :

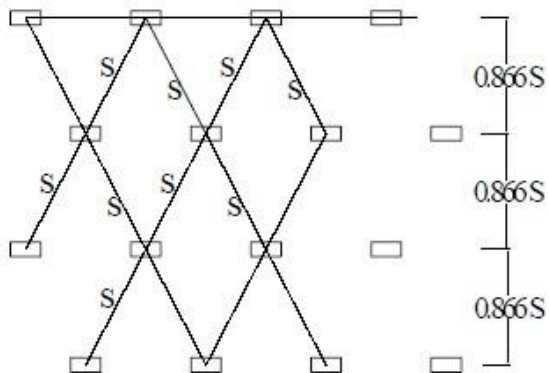
- T : waktu yang diperlukan untuk mencapai U_h
D : diameter ekivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*
: $1.13 \times S$, untuk pola susunan bujursangkar, dan
: $1.05 \times S$, untuk pola segitiga
 C_h : koefisien konsolidasi tanah untuk drainase horisontal
 \bar{U}_h : derajat konsolidasi tanah rata-rata pada kedalaman z akibat drainase horisontal

Pola penyusunan PVD bujursangkar dapat dilihat pada Gambar 2.8. sedangkan untuk pola penyusunan PVD segitiga dapat dilihat pada Gambar 2.9



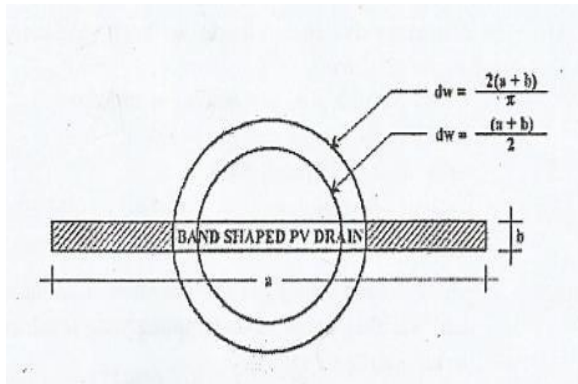
Gambar 2. 8 Pola susunan PVD bujur sangkar

Sumber : Mochtar,2012



Gambar 2. 9 Pola susunan PVD segitiga

Sumber : Mochtar,2012



Gambar 2. 10 Diameter lingkaran ekuivalen untuk PVD

Fungsi $F(n)$ merupakan fungsi hambatan akibat jarak antar titik pusat PVD, oleh Hansbo (1979) dalam Mochtar (2012) harga $F(n)$ didefinisikan sebagai berikut :

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2}\right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2-1}{4n^2}\right) \right]$$

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2-1^2}\right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3}{4}\right) - \left(\frac{1}{4n^2}\right) \right]$$

Dimana :

n : D/dw

dw : diameter ekuivalen dari vertical drain dapat dilihat pada Gambar 2.10 (ekuivalen terhadap bentuk lingkaran).

Pada umumnya $n > 20$ sehingga dapat dianggap $1/n = 0$ dan

$$\left(\frac{n^2}{n^2-1}\right) \approx 1 ;$$

Jadi:

$$F(n) = \ln(n) - \frac{3}{4}, \text{ atau}$$

$$F(n) = \ln(D/dw) - 3/4$$

Hansbo (1979) dalam Mochtar (2012) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times ch} \right) (F(n) + Fs + Fr) \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right)$$

dimana :

- t : waktu yang diperlukan untuk mencapai \bar{U}_h
- D : diameter ekivalen dai lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertikal drain*
: $1.13 \times S$, untuk pola susunan bujursangkar, dan
: $1.05 \times S$, untuk pola segitiga
- S : jarak antar titik pusat PVD
- Ch : koefisien konsolidasi tanah untuk drainase horisontal
: (k_h/k_v) .
- Cv k_h/k_v : perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah arah horisontal dan vertikal, untuk tanah lempung yang jenuh air, harga (k_h/k_v) berkisar antara 2 sampai 5.
- F(n) : faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD
- Fr : faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri
- Fs : faktor hambatan tanah yang terganggu (*disturbe*)
- \bar{U}_h : derajat konsolidasi akibat aliran air arah horizontal

Harga Fr merupakan faktor tahanan akibat adanya gangguan pada PVD sendiri dan dirumuskan sebagai berikut:

$$Fr = \pi s (L - s) \left(\frac{k_w}{q_w} \right)$$

Dimana:

- Z : kedalaman titik yang ditinjau pada PVD permukaan tanah
- L : panjang aliran

Kh : koefisien permeabilitas arah horisonta dalam tanah yang tidak terganggu

Qw : *discharge capacity* dari drain (tergantung dari jenis PVDnya)

Berdasarkan Mochtar (2012) adanya faktor F_s dan F_r cenderung memperlambat kecepatan konsolidasi. Dari penyelidikan diketahui bahwa faktor yang paling penting adalah $F(n)$. Besar faktor (F_s) dapat mendekati atau bahkan sedikit lebih besar dari $F(n)$, tergantung dari besarnya kerusakan pada tanahnya akibat pemancangan PVD. Dari data lapangan didapatkan $F_s/F(n)$ dapat berkisar antara 1 sampai 3. Untuk memudahkan perencanaan maka dapat diasumsikan bahwa $F(n) = F_s$. Pengaruh perlawanan aliran (F_r) umumnya kecil dan tidak begitu penting, maka harga F_r dapat dianggap nol.

Dengan memasukan asumsi-asumsi diatas, persamaan waktu konsolidasi berubah menjadi:

$$t = \left(\frac{D^2}{8 \times Ch} \right) (2 \cdot F(n)) \ln \left(\frac{1}{1 - U_h} \right)$$

dimana:

t : waktu yang diperlukan untuk mencapai U_h

D : diameter ekuivalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari *vertical drain*

Ch : koefisien konsolidasi tanah akibat aliran pori arah horisontal

$F(n)$: faktor hambatan disebabkan karena jarak antar PVD

U_h : derajat konsolidasi tanah akibat aliran air arah horisontal

Dengan memasukan harga t tertentu, dapat dicari U_h pada bagian lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran air pori arah horisontal, juga terjadi konsolidasi akibat

aliran air pori arah vertikal $\bar{U}\bar{v}$. Kemudian dapat dicari derajat konsolidasi rata-rata (\bar{U}) dengan persamaan berikut:

$$\bar{U} = [1 - (1 - \bar{U}\bar{h}) \cdot (1 - \bar{U}\bar{v})] \times 100\%$$

2.4.5 Peningkatan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah dasar dapat meningkat jika beban timbunan diletakkan secara bertahap sampai mencapai tinggi timbunan kritis (H_{cr}). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ardana dan Mochtar (1999), diketahui bahwa terdapat vertikal efektif (σ_p'). Peningkatan daya dukung tanah akibat pemampatan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

- Untuk harga *Plasticity Index*, PI tanah $< 120\%$
 $C_u(\text{kg/cm}^2) = 0.0737 + (0.1899 - 0.0016\text{PI})\sigma_o'$
- Untuk harga *Plasticity Index*, PI tanah $> 120\%$
 $C_u(\text{kg/cm}^2) = 0.0737 + (0.0454 - 0.00004 \text{PI})\sigma_o'$

Dimana harga σ_o' dalam kg/cm^2

Untuk tanah yang sedang mengalami konsolidasi, harga σ_p' berubah sesuai dengan waktu. Secara umum menurut Ardana dan Mochtar (1999) harga σ_p' dapat dicari dengan cara berikut ini:

$$\sigma_p' = \left(\frac{p_o' + \Delta p'}{p_o'} \right)^u \times p_o'$$

Bila: $U = 100\% = 1$, maka $\sigma_p' = p_o' + \Delta p'$

$U < 100\%$, maka $\sigma_p' < p_o' + \Delta p'$

Menghitung penambahan tegangan efektif akibat beban timbunan dengan derajat konsolidasi (U) $< 100\%$ dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Rumus penambahan Tegangan Efektif U <100%

Tahapan Penimbunan (meter)	Umas Timbunan (minggu)	Derajat konsolidasi PVD U (%)	Δp pada U <100%
Tanah Asli		100	
h1	4	U PVD 4 minggu	$\{(\frac{\sigma_1'}{\sigma_1'})^{0.4} \cdot p_0'\} - p_0'$
h2	3	U PVD 3 minggu	$\{(\frac{\sigma_2'}{\sigma_1'})^{0.3} \cdot \sigma_1'\} - \sigma_1'$
h3	2	U PVD 2 minggu	$\{(\frac{\sigma_3'}{\sigma_2'})^{0.2} \cdot \sigma_2'\} - \sigma_2'$
h4	4	U PVD 1 minggu	$\{(\frac{\sigma_4'}{\sigma_3'})^{0.1} \cdot \sigma_3'\} - \sigma_3'$

(sumber: Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah, 2012)

2.4.6 Besar Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Timbunan yang diletakkan secara bertahap mempengaruhi persamaan-persamaan yang digunakan untuk menghitung besar pemampatan konsolidasi. Dalam perhitungan pemampatan konsolidasi disesuaikan dengan besar beban dan pemakaian nilai C_c dan C_s .

Perumusan untuk menghitung pemampatan konsolidasi yang terjadi adalah

- Apabila $p'_o + \Delta p_1 \leq p_c$

$$S_c = \frac{C_s \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{p'_o + \Delta p_1}{p'_o} \right)$$

Apabila $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 > p_c$

$$S_c = \frac{C_s \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{p'_c}{p'_o + \Delta p_1} \right) + \frac{C_c \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2}{p'_c} \right)$$
- Apabila $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 > p_c$

$$S_c = \frac{C_c \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2} \right)$$

Dimana:

S_c = besar pemampatan pada lapisan tanah yang ditinjau

H = tebal lapisan tanah

- C_c = indeks pemampatan (*compression index*)
 C_s = indeks mengembang (*swelling index*)
 P'_o = tegangan efektif *overburden*
 Δp = penambahan tegangan akibat beban tahapan timbunan
 e_o = angka pori tanah dasar

2.5 Perkuatan tanah

2.5.1 Perkuatan lereng dengan Turap

Berikut tahap-tahap dalam merencanakan turap tanpa angker:

1. Menggambar distribusi tekanan tanah aktif dan pasif dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_h \text{ aktif} = \sigma_v \times K_a - 2C \sqrt{K_a}$$

$$\sigma_h \text{ pasif} = \sigma_v \times K_p - 2C \sqrt{K_p}$$

dimana:

σ_h aktif = tegangan horizontal tanah aktif

σ_h pasif = tegangan horizontal tanah pasif

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

σ_v = tegangan vertikal tanah

C = nilai kohesivitas tanah

ϕ = sudut geser tanah

2. Mencari kedalaman turap (D)

Kedalaman turap diperoleh dari keseimbangan momen pada titik o, yaitu titik dasar dari perencanaan turap ($\sum M_o = 0$). Kedalaman turap hasil perhitungan kemudian dikalikan dengan angka keamanan antar 1.2 s/d 2.0.

3. Menentukan profil turap

Profil turap ditentukan berdasarkan momen maksimum yang terjadi pada turap. Momen maksimum didapatkan dari turunan persamaan momen akibat gaya horizontal. Nilai yang didapatkan kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan momen akibat gaya horizontal.

2.6 Sistem Pondasi Tiang Pancang

Secara umum perumusan kapasitas daya dukung tiang pancang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p$$

Dimana:

Q_{ult} = Daya dukung *ultimate* pondasi tiang pancang

Q_s = Gesekan sepanjang keliling tiang pancang (*friction*).

Q_p = Daya dukung ujung tiang pancang (*end bearing capacity*)

Adapun metode yang dipakai untuk mendapatkan harga Q_{ult} dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah berdasarkan data SPT (*Standard Penetration Test*) di lapangan.

2.6.1 Perencanaan daya dukung tiang pancang berdasarkan SPT lapangan

Data SPT dari lapangan tidak dapat langsung digunakan untuk perencanaan daya dukung tiap tiang pancang dan harus dilakukan beberapa koreksi terhadap data tersebut. Koreksi koreksi yang harus diperhitungkan adalah sebagai berikut:

1. Koreksi terhadap muka air tanah

- Untuk tanah pasir halus, pasir belanau, dan pasir berlempung yang berada di bawah muka air tanah dengan harga $N > 15$, maka harga N dikoreksi dengan menggunakan persamaan berikut dan diambil harga yang terkecil:

- a. $N_1 = 15 + \frac{1}{2} (N - 15)$ (Terzaghi & Peck, 1960)

- b. $N_1 = 0,6 N$ (Bazaraa, 1967)

- Untuk jenis tanah lempung, lanau, pasir kasar dengan harga $N \leq 15$ tidak perlu dilakukan koreksi sehingga $N_1 = N$.

Catatan: Untuk jenis tanah di luar pasir tersebut di atas, koreksi ini tidak diperlukan.

2. Koreksi terhadap *overburden pressure* dari tanah

Hasil dari koreksi terhadap muka air tanah (N_1) dikoreksi terhadap pengaruh tekanan vertikal efektif pada lapisan tanah, di mana harga N tersebut didapatkan (tekanan vertikal efektif = tekanan *overburden*).

Menurut Bazaraa (1967), koreksi terhadap tekanan *overburden* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

- Bila $\sigma_o \leq 7,5 \text{ ton/m}^2$, maka:

$$N_2 = \frac{4 \times Nt}{1 + 0.4 \times \sigma_o}$$

- Bila $\sigma_o > 7,5 \text{ ton/m}^2$, maka:

$$N_2 = \frac{4 \times Nt}{3.25 + 0.1 \times \sigma_o}$$

Dimana :

σ_o = tekanan tanah vertikal efektif pada lapisan tanah atau kedalaman yang ditinjau, dalam satuan ton/m^2 .

$$= \sum \gamma'_i x h_i$$

Harga N_2 yang didapat nilainya harus kurang dari atau sama dengan dua kali harga N_1 ($N_2 \leq 2N_1$).

Untuk menghitung end-bearing capacity dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$P_{ujung} = C_{ujung} \times A_{ujung} \text{ (ton)}$$

Dimana :

$$C_{ujung} = 40 \times N, \text{ (ton/m}^2\text{)}$$

N = harga rata-rata N_2 dari 4.D di bawah ujung tiang pancang sampai dengan 8.D di atas ujung tiang pancang.

$$A_{ujung} = \text{luas ujung tiang pancang, (m}^2\text{)}$$

Untuk menghitung *friction* sepanjang tiang pancang dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\sum Ps_i = Cl_i \times AS_i$$

dimana:

$Cl_i = fs_i$ = hambatan geser selimut tang pada setiap lapisan atau kedalaman.

= $N_i / 2$ (ton/m²), untuk tanah lempung atau lanau.

= $N_i / 5$ (ton.m²), untuk tanah pasir.

AS_i = luas selimut tiang pada setiap lapisan i.

$$= O_i \times h_i$$

O_i = keliling tiang pancang. Sehingga:

$$P_{\text{ult 1 tiang}} = P_{\text{ujung}} + \sum RSi$$

$$P_{\text{ijin}} = \frac{P_{\text{ult tiang}}}{SF}$$

Harga SF = 2 untuk beban sementara, dan SF = 3 untuk beban tetap.

2.6.2 Kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang

Jika daya dukung ultimate kelompok tiang pancang kategori end bearing piles, maka daya dukung kelompok tiang pancang dapat dianggap sebagai daya dukung sebuah tiang dikalikan dengan jumlah tiang pancang. Tetap jika termasuk kategori friction piles, maka terdapat faktor reduksi pada daya dukung tiang pancang.

Faktor reduksi tersebut dapat ditentukan dengan memilih nilai terbesar dari 3 persamaan rumus berikut :

1. Converse-Labarre (Poulus dan Davis, 1980), yaitu:

$$C = 1 - \arctg \frac{D}{S} \times \left[\frac{(n-1)x m + (m-1)x n}{90 x m x n} \right]$$

2. Los Angeles Group, yaitu :

$$C = 1 - \frac{D}{\pi S} \times \left[\frac{(n-1)x m + (m-1)x (n-1)akar 2}{m x n} \right]$$

3. Seilwe-Keeney, yaitu :

$$C = \left[1 - \frac{36s}{(75s^2 - 7)} \frac{(m+n-2)}{(m+n-1)} \right] + \frac{0.3}{(m+n)}$$

Dimana:

C = faktor reduksi

D = diameter tiang pancang

S = jarak antara pusat tiang pancang

m = jumlah baris dalam kelompok tiang pancang

n = jumlah tiang pancang dalam satu baris

2.7.3 Ketahanan pondasi tiang pancang terhadap gaya lateral

Perumusan yang dipakai dalam perhitungan gaya lateral yang mampu diterima oleh pondasi tiang pancang dalam tugas akhir ini diambil dari NAVFAC DM-7 (1971). Menurut NAVFAC DM-7 tersebut, gaya lateral yang bekerja pada pondasi tiang pancang dibedakan atas 3 (tiga) kondisi, yaitu:

1. Tiang pancang yang poernya fleksibel atau tiang pancang yang terjepit ujungnya (Gambar 2.12). Kondisi ini disebut sebagai kondisi I.

2. Tiang pancang dengan poer kaku menempel di atas permukaan tanah (Gambar 2.13). Kondisi ini disebut sebagai kondisi II.

3. Tiang pancang dengan poer kaku terletak pada suatu ketinggian (Gambar 2.14). Kondisi ini disebut sebagai kondisi III.

Prosedur perhitungan untuk masing-masing kondisi adalah sebagai berikut:

• **Kondisi I:**

1. Menghitung faktor kekakuan relative (*relative stiffness factor*).

$$T = \left(\frac{E x 1}{f} \right)^{\frac{1}{5}}$$

dimana:

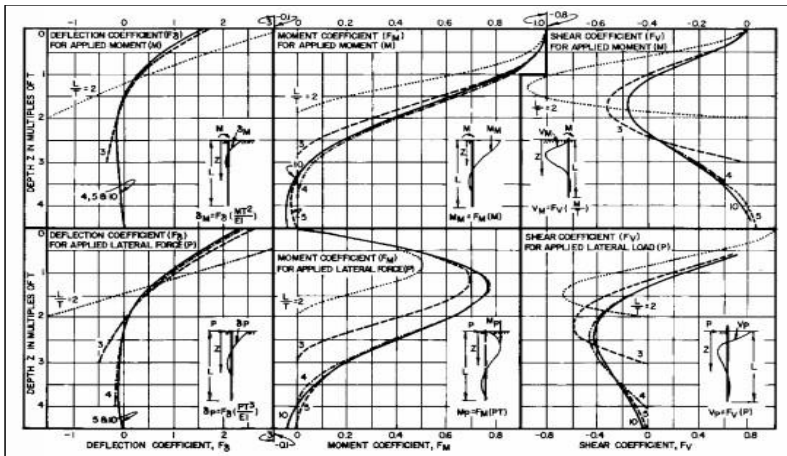
E = modulus elastisitas tiang (cerucuk), Kg/cm^2

I = momen inersia tiang (cerucuk), cm^4

f = koefisien dari variasi modulus tanah, kg/cm^3

T = dalam cm

4. Menghitung defleksi, momen dan gaya geser pada kedalaman yang ditinjau dari rumus yang terdapat pada Gambar 2.12



Gambar 2. 11 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang Pada Kondisi I

• **Kondisi II:**

1. Sama dengan langkah 1 kondisi I.
2. Menentukan koefisien defleksi (F_δ) dan koefisien (F_M) berdasarkan Gambar 2.13
3. Menghitung defleksi dan besarnya momen berdasarkan rumus yang terdapat pada Gambar 2.13
4. Gaya geser maksimum dianggap terjadi pada ujung atas tiang pancang, yang besarnya untuk 1 tiang pancang adalah:

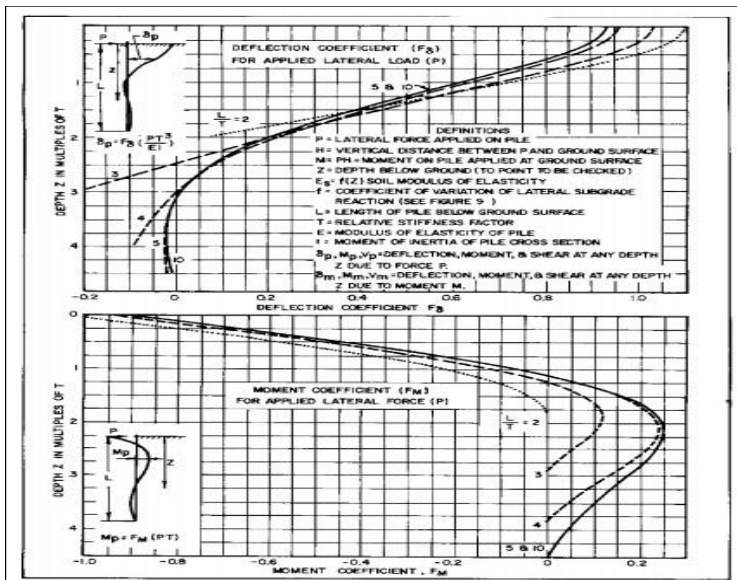
$$P = \frac{PT}{n}$$

dimana:

P = besar gaya geser 1 tiang pancang

PT = besar gaya geser total yang bekerja

n = jumlah tiang pancang

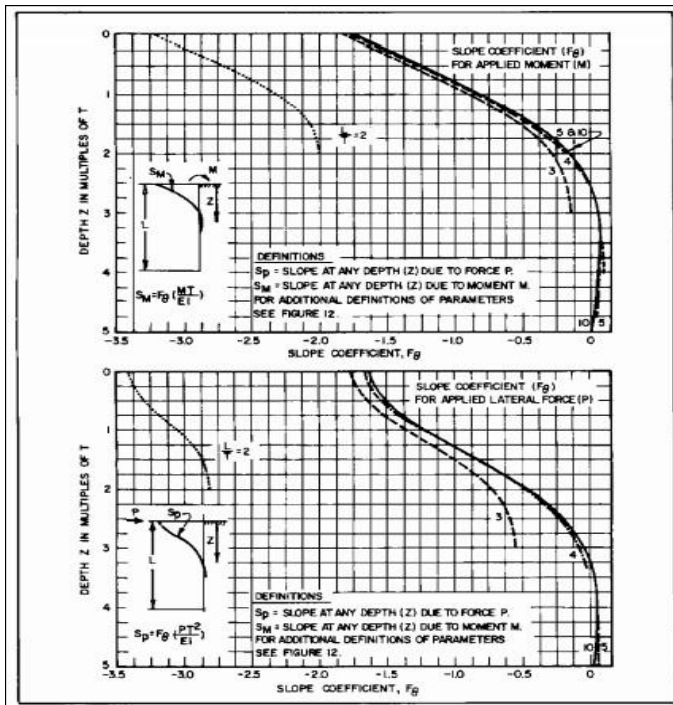


Gambar 2. 12 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II

- **Kondisi III:**

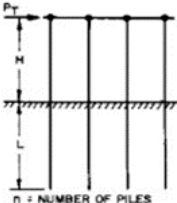

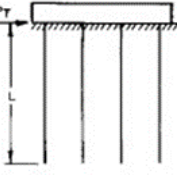

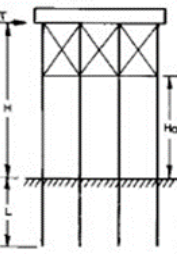
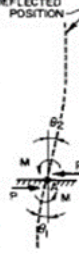
1. Menganggap pada titik A terjadi jepitan dan momen M_1 seperti pada Gambar 2.14
2. Menghitung sudut Θ_2 di atas tanah.

3. Menghidung sudut Θ_1 dari koefisien sudut (F_0) dari rumus yang terdapat pada Gambar 2.14
4. Dengan persamaan $\Theta_1 = \Theta_2$, diperoleh nilai momen.
5. Setelah mendapatkan nilai M dan P_1 , menghitung besarnya defleksi, gaya geser dan momen seperti pada Kondisi I.



Gambar 2. 13 Koefisien-koefisien untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi III

Berikut merupakan prosedur masing-masing kondisi pada Gambar 2.15.

CASE I. FLEXIBLE CAP, ELEVATED POSITION		
CONDITION	LOAD AT GROUND LINE	DESIGN PROCEDURE
 <p>$n = \text{NUMBER OF PILES}$</p>	<p>FOR EACH PILE:</p> $P = \frac{P_t}{n}$ $M = PH$  <p>DEFLECTED POSITION</p>	<p>FOR DEFINITION OF PARAMETERS SEE FIGURE 12</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. COMPUTE RELATIVE STIFFNESS FACTOR. $T = \left(\frac{EI}{L} \right)^{1/5}$ 2. SELECT CURVE FOR PROPER $\frac{L}{T}$ IN FIGURE 11. 3. OBTAIN COEFFICIENTS F_3, F_M, F_V AT DEPTHS DESIRED. 4. COMPUTE DEFLECTION, MOMENT AND SHEAR AT DESIRED DEPTHS USING FORMULAS OF FIGURE 11. <p>NOTE: "I" VALUES FROM FIGURE 9 AND CONVERT TO LB/IN³.</p>
CASE II. PILES WITH RIGID CAP AT GROUND SURFACE		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. PROCEED AS IN STEP 1, CASE I. 2. COMPUTE DEFLECTION AND MOMENT AT DESIRED DEPTHS USING COEFFICIENTS F_3, F_M AND FORMULAS OF FIGURE 12. 3. MAXIMUM SHEAR OCCURS AT TOP OF PILE AND EQUALS $P = \frac{P_t}{n}$ IN EACH PILE.
CASE III. RIGID CAP, ELEVATED POSITION		
	<p>DEFLECTED POSITION</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ASSUME A HINGE AT POINT A WITH A BALANCING MOMENT M APPLIED AT POINT A. 2. COMPUTE SLOPE θ_2 ABOVE GROUND AS A FUNCTION OF M FROM CHARACTERISTICS OF SUPERSTRUCTURE. 3. COMPUTE SLOPE θ_1 FROM SLOPE COEFFICIENTS OF FIGURE 13 AS FOLLOWS: $\theta_1 = F_\theta \left(\frac{P \cdot T^2}{EI} \right) + F_\theta \left(\frac{MT}{EI} \right)$ 4. EQUATE $\theta_1 = \theta_2$ AND SOLVE FOR VALUE OF M. 5. KNOWING VALUES OF P AND M, SOLVE FOR DEFLECTION, SHEAR, AND MOMENT AS IN CASE I. <p>NOTE: IF GROUND SURFACE AT PILE LOCATION IS INCLINED, LOAD P TAKEN BY EACH PILE IS PROPORTIONAL TO $1/H_0^3$.</p>

Gambar 2. 14 Prosedur Desain untuk Masing-masing Kondisi
2.7 Sistem Pondasi Tiang Pancang Breasting Dolphin

Dalam suatu konstruksi dermaga minyak, struktur breasting dolphin merupakan salah satu struktur yang sangat penting.

Breasting Dolphin merupakan bagian dari dermaga yang berfungsi sebagai bersandarnya kapal. Sebelum melakukan analisa strukturi, terlebih dahulu harus menganalisa dan menentukan gaya – gaya yang nantinya akan bekerja pada struktur. Gaya-gaya yang bekerja pada struktur ini meliputi : gaya akibat berat sendiri, reaksi fender, dan beban Gempa.

Perencanaan Beban Horizontal

Gaya tumbukan fender akibat kapal

Perencanaan Fender

Untuk menentukan kebutuhan fender perlu memperhatikan beberapa aspek, yaitu : kecepatan kapal saat merapat dan ukuran kapal yang direncanakan dimana kecepatan ini akan berpengaruh pada besarnya energi kinetik yang akan diabsorpsi oleh fender dan dialirkan menjadi beban horizontal. Perlu di perhatikan pula pemilihan tipe fender yang tepat agar dapat melayani kapal yang bersandar dengan baik.

Beban Tumbukan Kapal

Adapun rumusan dalam menghitung energy kinetic mengacu pada brosur Trelleborg marine fendering system.

DOLPHIN BERTHING

$$E_N = 0.5 \cdot M_D \cdot (V_B)^2 \cdot C_M \cdot C_E \cdot C_S \cdot C_C$$

Dimana :

E_N = Energi kinetik bertambat normal (kNm)

M_D = *Dispacement tonnage* (ton)

V = Kecepatan kapal bertambat (m/s)

C_M = *Virtual mass factor*

C_E = *Eccentricity factor*

C_c = Berth configuration factor

C_s = Softness factor

1. Menentukan M_D

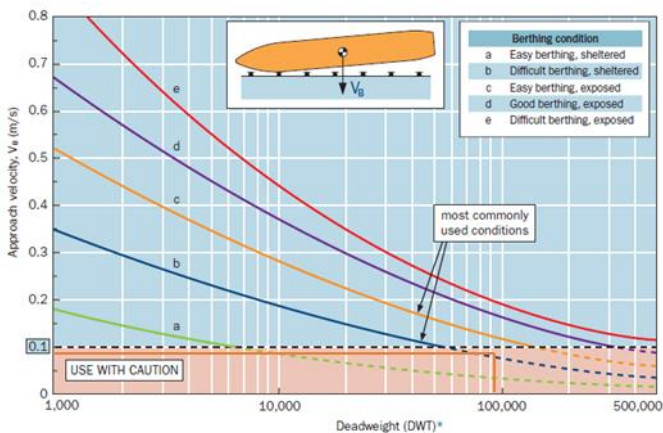
Untuk menentukan M_D atau *displacement tonnage* dapat dilihat dari jenis kapal yang direncanakan. Kapal yang direncanakan adalah 10.000 DWT maka *displacement tonnage* dari kapal tersebut adalah 15.000 ton.

2. Menentukan V

Lokasi untuk perencanaan Muara Tawar ini berada pada perairan yang terlindung. Namun lokasi terletak pada alur pelayaran dengan lalu lintas yang cukup padat membuat kapal sulit bertambat. Dari gambar grafik 2.10 didapatkan kecepatan kapal untuk bertambat adalah 300 mm/s atau 0.3 m/s.

a	Easy berthing, sheltered
b	Difficult berthing, sheltered
c	Easy berthing, exposed
d	Good berthing, exposed
e	Difficult berthing, exposed

(Sumber : Brosur Trelleborg)

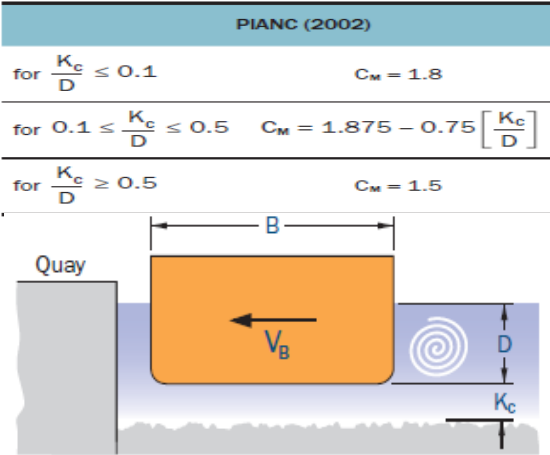


Tabel 2. 4 Hubungan kecepatan bertambat kapal dan DWT

DWT	Velocity, V_B (m/s)				
	a	b	c	d	e
1,000	0.179	0.343	0.517	0.669	0.865
2,000	0.151	0.296	0.445	0.577	0.726
3,000	0.136	0.269	0.404	0.524	0.649
4,000	0.125	0.250	0.374	0.487	0.597
5,000	0.117	0.236	0.352	0.459	0.558
10,000	0.094	0.192	0.287	0.377	0.448
20,000	0.074	0.153	0.228	0.303	0.355
30,000	0.064	0.133	0.198	0.264	0.308
40,000	0.057	0.119	0.178	0.239	0.279
50,000	0.052	0.110	0.164	0.221	0.258
100,000	0.039	0.083	0.126	0.171	0.201
200,000	0.028	0.062	0.095	0.131	0.158
300,000	0.022	0.052	0.080	0.111	0.137
400,000	0.019	0.045	0.071	0.099	0.124
500,000	0.017	0.041	0.064	0.090	0.115

(Sumber : PIANC 2002)

3. Menentukan C_m
Menentukan nilai C_m berdasarkan PIANC (2002).
Tabel 2. 5 PIANC (2002)



Gambar 2. 15 Kondisi Kapal Bertambat dengan draft maksimum

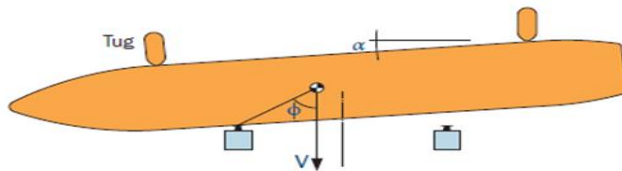
$$\frac{K_C}{D} = \frac{1,58}{7,5} = 0,21$$

$$C_M = 1,875 - 0,75 \cdot \frac{K_C}{D} = 1,875 - 0,75 \cdot 0,21 = 1,7$$

4. Menentukan C_E

Menentukan C_E menggunakan pendekatan dimana diasumsikan 1/4 energi kapal menumbuk fender, sehingga diambil nilai C_E sebesar 0,6.

Dolphin berthing

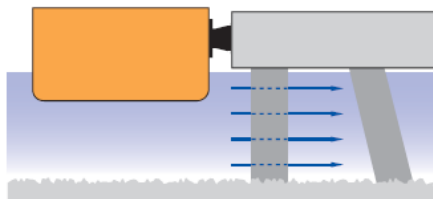


Quarter-point berthing	$x = \frac{L_{BP}}{4}$	$C_E \approx 0.4-0.6$
Third-point berthing	$x = \frac{L_{BP}}{3}$	$C_E \approx 0.6-0.8$
Mid-ships berthing	$x = \frac{L_{BP}}{2}$	$C_E \approx 1.0$

Gambar 2. 16 Menentukan C_c

5. Menentukan C_c

Untuk berth configuration factor $C_c = 1$ dipilih karena tipe konstruksi yang dipakai merupakan tipe struktur terbuka



$C_c = 1.0$	<ul style="list-style-type: none"> Open structures including berth corners Berthing angles $> 5^\circ$ Very low berthing velocities Large underkeel clearance
$C_c = 0.9$	<ul style="list-style-type: none"> Solid quay structures Berthing angles $> 5^\circ$

Gambar 2. 17 C_c berdasarkan rekomendasi PIANC

6. Menentukan C_s

Nilai *softness coefficient* $C_s = 1$ dipilih karena deformasi pada saat badan kapal bertambat dianggap tidak ada. Berdasarkan rekomendasi PIANC, didapatkan

$$\begin{aligned} \text{for } \delta_f \leq 150\text{mm} &\Rightarrow C_s \approx 0.9 \\ \text{for } \delta_f > 150\text{mm} &\Rightarrow C_s = 1.0 \end{aligned}$$

7. Energi Kinetik pada Kondisi Normal

$$E_N = 0.5 \times M_D \times V^2 \times C_M \times C_E \times C_C \times C_s$$

8. Energi Kinetik Pada Kondisi Abnormal

Kondisi abnormal adalah dimana kondisi dimana pada saat energy kinetic normal terlampaui yang dapat menyebabkan kerusakan pada kapal. Kondisi seperti ini bisa terjadi akibat kesalahan manusia atau kondisi cuaca yang tidak baik. Sehingga untuk menghitung energi kinetik pada kondisi abnormal yaitu dengan mengalikan nilai energi kinetik normal dengan safety factor yang didapatkan dari PIANC 2002. Kapal tanker 10.000 DWT merupakan kapal tanker yang

tergolong kapal kecil, sehingga digunakan nilai FS 1,75. Adapun perumusan untuk kondisi abnormal adalah sebagai berikut :

$$E_a = E_N \times F_s$$

PIANC Factors of Safety (F_s)		
Vessel type	Size	F_s
Tanker, bulk, cargo	Largest	1.25
	Smallest	1.75
Container	Largest	1.5
	Smallest	2.0
General cargo		1.75
RoRo, ferries		≥ 2.0
Tugs, workboats, etc		2.0

Source: PIANC 2002; Table 4.2.5.

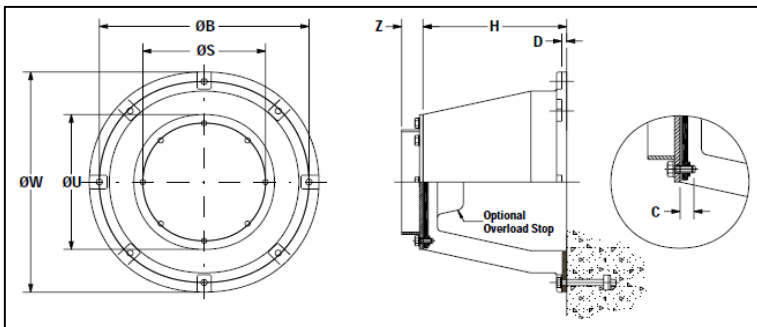
9. Pemilihan Tipe Fender

Fender yang dipilih didasarkan besar energi yang dapat diabsorpsi oleh fender tersebut (E_r) dan harus lebih besar dari energi tumbukan kapal (E_N) sebesar kNm . Pada perencanaan kali ini tipe fender yang digunakan adalah *Super Cone Fender* (SCN). Dari katalog fender tipe SCN dipilih fender tipe SCN dengan nilai $E_r > E_N$, selain itu energi reaksi kapal juga harus diusahakan dapat diserap fender ketika kondisi fender berdeformasi.

Tabel 2. 6 Fender Tipe SCN

		E0.9	E1.0	E1.1	E1.2	E1.3	E1.4	E1.5	E1.6	E1.7	E1.8	E1.9	E2.0
SCN 1300	E_{ci}	743	825	847	869	891	913	935	957	979	1001	1023	1045
	R_{fi}	1103	1225	1258	1291	1324	1357	1390	1423	1456	1489	1522	1555
SCN 1400	E_{ci}	927	1030	1058	1085	1113	1140	1168	1195	1223	1250	1278	1305
	R_{fi}	1278	1420	1459	1497	1536	1574	1613	1651	1690	1728	1767	1805
SCN 1600	E_{ci}	1382	1535	1577	1618	1660	1701	1743	1784	1826	1867	1909	1950
	R_{fi}	1670	1855	1905	1955	2005	2055	2105	2155	2205	2255	2305	2355
SCN 1800	E_{ci}	1967	2185	2244	2303	2362	2421	2480	2539	2598	2657	2716	2775
	R_{fi}	2115	2350	2413	2476	2539	2602	2665	2728	2791	2854	2917	2980
SCN 2000	E_{ci}	2700	3000	3080	3160	3240	3320	3400	3480	3560	3640	3720	3800
	R_{fi}	2610	2900	2978	3056	3134	3212	3290	3368	3446	3524	3602	3680

	H	ØW	V	ØU	C	D	ØB	ØS	Anchors/ Head bolts	Z _{min}	Weight
SCN 1300	1300	2080	-	1275	65-90	50-58	1900	1100	8 × M48	195	2455
SCN 1400	1400	2240	2180	1370	65-90	60-70	2040	1195	8 × M48	210	3105
SCN 1600	1600	2560	2390	1570	65-90	70-80	2335	1365	8 × M48	240	4645
SCN 1800	1800	2880	2700	1765	75-100	70-80	2625	1540	10 × M56	270	6618
SCN 2000	2000	3200	-	1955	80-105	90-105	2920	1710	10 × M56	300	9560



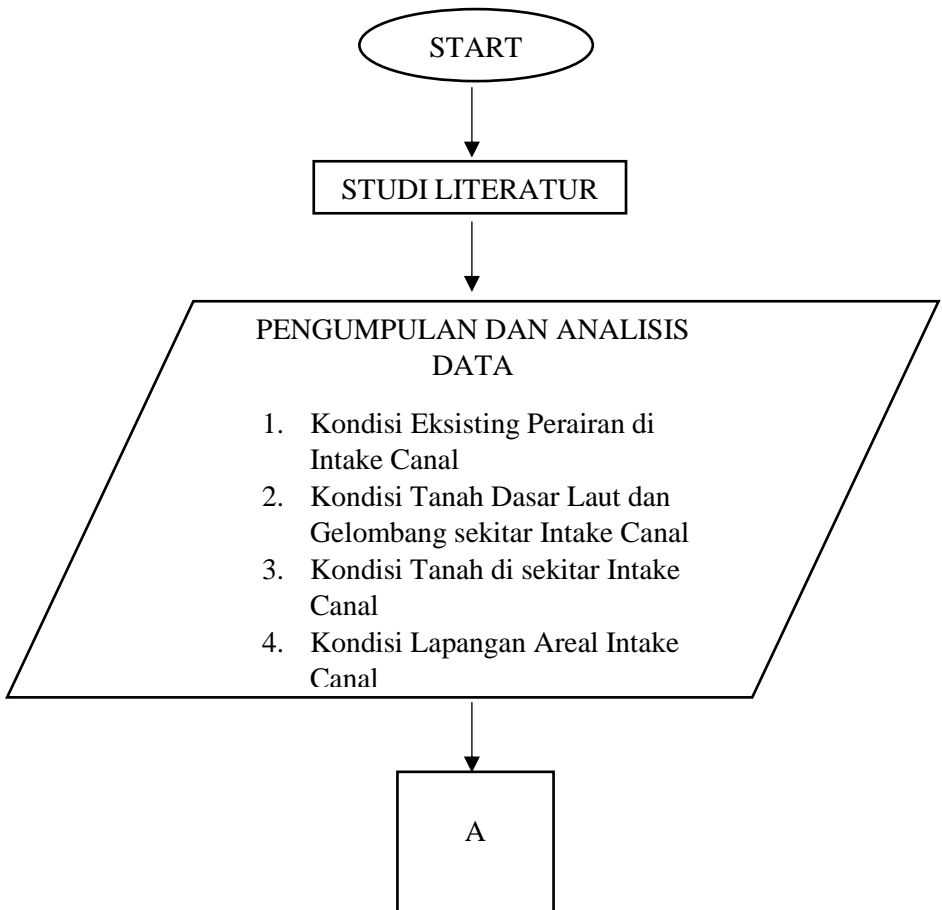
Gambar 2. 18 Spesifikasi fender

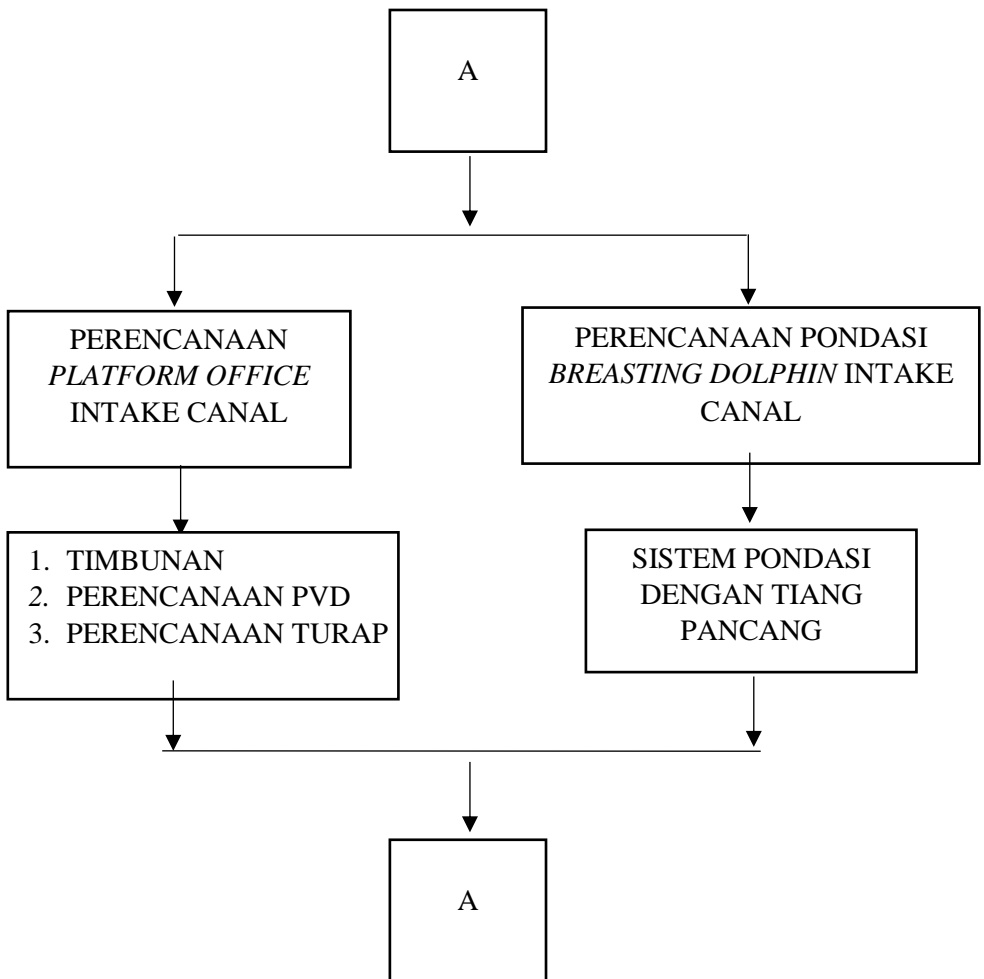
BAB III

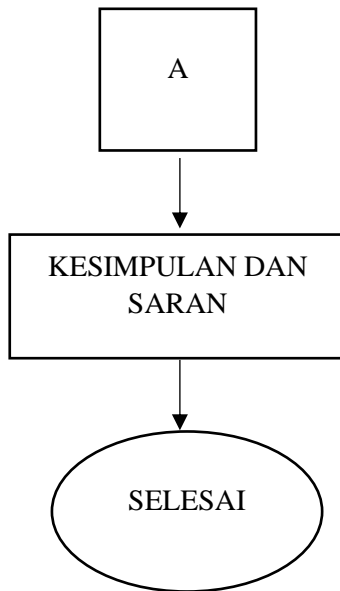
METODOLOGI

4.1 Bagan Alir

Metodologi dalam penyusunan Tugas Akhir ini disajikan dengan bagan alir pada Gambar 3.1







Gambar 3. 1 Diagram Alir

(Sumber : Pribadi)

4.2 Studi Literatur

Studi Literatur yang dimaksudkan adalah mengumpulkan bahan-bahan yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan perencanaan. Bahan studi yang akan digunakan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan perencanaan perbaikan tanah menggunakan *Pre-Loading* dan *Pre-fabricated Vertical Drain (PVD)* di bagian darat yang ditimbun pada perencanaan pelebaran jalan akses intake canal Muara Tawar, Bekasi

2. Perhitungan perencanaan perkuatan lereng menggunakan turap sheet pile pada perencanaan pelebaran jalan akses intake canal Muara Tawar, Bekasi
3. Perhitungan perencanaan pondasi untuk platform dan breasting dolphin di Muara Tawar, Bekasi

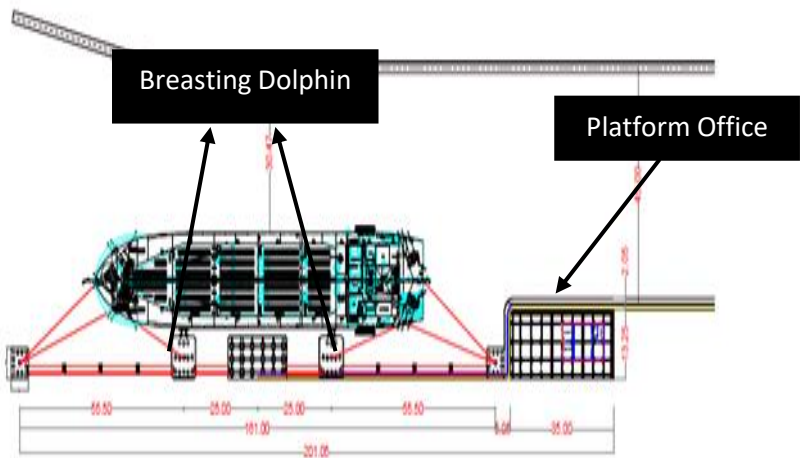
4.3 Pengumpulan data (sekunder) dan Analisis Data

Data-data yang digunakan dalam pelebaran badan jalan pada intake canal Muara Tawar, Bekasi ini adalah data yang diperoleh dari instansi terkait. Data tersebut meliputi:

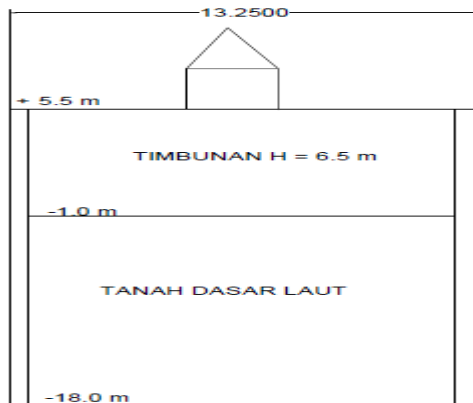
1. Layout Perencanaan Pelebaran Jalan Akses Intake Canal seperti dilihat pada Gambar 3.2 dan detail layout intake canal tampak atas dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Layout Perencanaan Pelebaran Jalan Akses Intake Canal (sumber: pribadi)



Gambar 3. 3 Detail Layout Intake Canal Tampak Atas



Gambar 3. 4 Potongan Melintang *Platform Office*

2. Kondisi Eksisting Perairan di Intake Canal
 - Kedalaman perairan hanya 4-5 meter LWS,

- Kebutuhan kedalaman perairan untuk kapal CNG 10.000 DWT adalah minimal -7.50 meter LWS,
 - Diperlukan pengerukan (dredging) di areal mulut intake canal
3. Kondisi Tanah Dasar Laut dan Gelombang Sekitar Intake Canal

Asumsi sifat fisik tanah permukaan dasar laut adalah sebagai berikut :

- Type tanah : lempung sangat lunak (liquid mud)

Kondisi gelombang laut yang ada di mulut intake canal adalah :

- Tinggi gelombang maksimum, $H_n = 3.0$ meter
 - Periode = 7 detik
4. Kondisi Tanah di sekitar Intake Canal

4.4 Analisis Perencanaan Sistem Pondasi Platform dan Breasting Dolphin di Intake Canal Muara Tawar

Perencanaan sistem pondasi pada platform dan breasting dolphin adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan pelebaran jalan akses intake canal pada bagian darat dengan perbaikan tanah menggunakan Timbunan *Preloading* dan *Pre-fabricated Vertical Drain (PVD)*.
2. Perencanaan perkuatan lereng dengan turap pada pelebaran jalan akses intake canal.
3. Perencanaan sistem pondasi tiang pancang untuk pembangunan *Breasting dolphin*.

BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data SPT. Data SPT yang tersedia berjumlah satu data pengeboran yang berada di lokasi darat CNG Muara Tawar. Dapat dilihat pada Lampiran 1 data bor log nilai N-SPT pada kedalaman hingga 30 meter memiliki nilai dibawah N-SPT<10 yang menunjukkan bahwa tanah tersebut mwmpunyai konsistensi lunak.

4.2 Analisa Parameter Tanah

Akibat dari keterbatasan data yang dimiliki, maka diperlukan mencari data parameter tanah lain dengan korelasi-korelasi yang tepat sesuai dengan jenis tanah dan nilai N-SPT yang hampir sama tiap kedalamannya. Nilai parameter tanah dibagi menjadi layer per kedalaman 3 m berdasarkan konsistensi tanah. Penentuan nilai parameter tanah sejenis menggunakan metode statistic dengan selang kepercayaan 90%.

Untuk mendapatkan nilai gama tanah (kN/m³) digunakan korelasi dari table J.E Bowles seperti berikut

Tabel 4. 1 SPT dan korelasinya (J.E. Bowles,1984)

<i>Cohesionless Soil</i>					
N (<i>blows</i>)	0-3	4-10	11-30	31-50	>50
γ (kN/m ³)	-	12-16	14-18	16-20	18-23
ϕ (°)	-	25-32	28-36	30-40	>35
State	<i>Very Loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
Dr (%)	0-15	15-35	35-65	65-85	85-100
<i>Cohesive Soil</i>					
N (<i>blows</i>)	<4	4-6	6-15	16-25	>25
γ (kN/m ³)	14-18	16-18	16-18	16-20	>20
qu (kPa)	<25	20-50	30-60	40-200	>100
Consistency	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiff</i>	<i>Hard</i>

Dari tabel tersebut, digunakan bagian yang cohesive soil sesuai dengan hasil SPT. Untuk langkah selanjutnya, mencari nilai parameter-parameter tanah menggunakan korelasi berikut

1. Berat Volume (γ'),
(Herman Wahyudi dan Yudhi Lastiasih 2007)
Pada lapisan tanah lempung cohesive
 $N\text{-SPT} = 2$, maka
 $\gamma'_{\text{sat}} = 0.08 (N) + 1.47$
 $\gamma'_{\text{sat}} = 0.08 (2) + 1.47$
 $\gamma'_{\text{sat}} = 1.582 \text{ ton/m}^3$
2. Angka pori (e), dilihat pada tabel Biarez
3. Koefisien konsolidasi (C_v), diillihat pada tabel Biarez
4. Batas Cair (LL), (After US Navy 1971)
5. Koefisien Pemampatan Tanah (C_c), Kosasih dan Mochtar (1997)
6. Koefisien Kembang Susut Tanah (C_s), Kosasih dan Mochtar (1997)
7. C_u (Bowles 1998)

Hasil korelasi data tanah direkap dalam **Tabel 4.2 dan Tabel 4.3**,

Tabel 4. 2 Korelasi Data Tanah

DEPTH m	Nspt m	Deskripsi tanah	LL	PI	eo	γ	γ
						kN/m ³	ton/m ³
2	8	LEMPUNG (MEDIUM STIFF)	45	30	1.66	16.44	1.644
4	2	LEMPUNG (VERY SOFT)	65	49	3.29	14	1.4
6	2	LANAU BERPASIR (VERY SOFT)	65	49	3.29	14	1.4
8	2	LANAU BERPASIR (VERY SOFT)	65	49	3.29	14	1.4
10	3	LEMPUNG (SOFT)	63	48	2.38	15	1.5
12	3	LEMPUNG (SOFT)	63	48	2.38	15	1.5
14	4	LEMPUNG (SOFT)	63	48	1.85	16	1.6
16	7	LEMPUNG PASIR (MEDIUM)	45	30	1.85	16	1.6
18	15	PASIR LEMPUNG (MEDIUM)	45	30	1.14	18	1.8
20	12	LEMPUNG (STIFF)	45	30	1.34	17.3	1.73
22	19	LEMPUNG LANAU (STIFF)	45	30	1.34	17.3	1.73
24	15	LEMPUNG LANAU (STIFF)	45	30	1.14	18	1.8
26	19	LEMPUNG LANAU (STIFF)	45	30	1.34	17.3	1.73
28	14	LANAU BERPASIR (STIFF)	45	30	1.22	17.7	1.77
30	17	LANAU BERPASIR (STIFF)	45	30	1.66	16.4	1.64

Tabel 4. 3 Korelasi Data Tanah

DEPTH	Cu	Cc	Cs	Cv	Cu	Cu	C'
m	(ton/m ²)				(kN/m ²)	t/m ²	
2	0.48	0.498228	0.099646	0.000517	48	4.8	0.32
4	0.12	1.667133	0.333427	0.000723	12	1.2	0.08
6	0.12	1.667133	0.333427	0.000723	12	1.2	0.08
8	0.12	1.667133	0.333427	0.000723	12	1.2	0.08
10	0.18	0.984372	0.196874	0.0002	18	1.8	0.12
12	0.18	0.984372	0.196874	0.0002	18	1.8	0.12
14	0.24	0.692925	0.138585	0.0004	24	2.4	0.16
16	0.42	0.584925	0.116985	0.0004	42	4.2	0.28
18	0.9	0.308948	0.06179	0.000767	90	9	0.6
20	0.72	0.373428	0.074686	0.000657	72	7.2	0.48
22	1.14	0.373428	0.074686	0.000657	114	11.4	0.76
24	0.9	0.308948	0.06179	0.000767	90	9	0.6
26	1.14	0.373428	0.074686	0.000657	114	11.4	0.76
28	0.84	0.333492	0.066698	0.000717	84	8.4	0.56
30	1.02	0.498228	0.099646	0.000517	102	10.2	0.68

(sumber : Hasil Analisa)

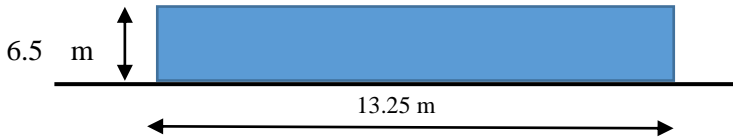
4.3 Data Tanah Timbunan

Pada perencanaan jalan ini dibutuhkan material timbunan dengan data tanah sebagai berikut :

Berat volume timbunan (γ_t) = 1.85 t/m³

Kohesi c = 0

Sudut geser (ϕ) = 35°



Gambar 4. 1 Sketsa Rencana Penimbunan

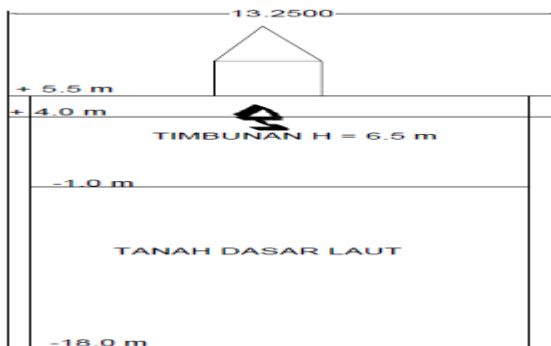
Geometri timbunan :

Tinggi tanah timbunan (H_{final}) direncanakan sebesar 6.5 m dari tanah dasar dan selebar 13.25 m.

4.4 Data Data Beban Pada Timbunan

Platform office ini didesain untuk kantor tempat memonitor kondisi pipa gas CNG dan terdapat juga mushola pada plat form office tersebut. Beban yang diterima oleh bangunan tersebut adalah beban timbunan, beban pavement dan beban merata sebesar 1 ton/m². Perhitungan beban sebagai berikut:

Untuk mencari beban pada timbunan dapat dilihat bahwa pada Gambar 4.2 letak muka air di elevasi +4.0 m dari dasar laut dan dari elevasi +4.0 ke platform setinggi +1.5 m berada di atas muka air. Oleh karena itu, untuk $\gamma_{timbunan}$ dibawah muka air laut dikurangi γ_{water} .



Gambar 4. 2 Potongan Melintang Platform Office

$$\begin{aligned}
 q_{\text{timbunan}} &= (\gamma_{\text{timb}} \times H=1.5) + ((\gamma_{\text{timb}} - \gamma_w) \times H=5) \\
 &= 11.1 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pslab} &= \text{tebal rigid pavement} \times \gamma_{\text{beton}} \\
 &= 0.2 \times 22 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 4.4 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 0.44 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Maka, perhitungan beban total adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 q_{\text{beban}} &= 1 \text{ ton/m}^2 + 0.44 \text{ ton/m}^2 \\
 &= 1.44 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi, beban total yang akan diterima lapangan penumpukan adalah sebesar $1.44 \text{ ton/m}^2 + 11.1 \text{ ton/m}^2 = 12.5 \text{ ton/m}^2$. Nilai tersebut akan digunakan sebagai beban dalam perencanaan.

4.5 Data Spesifikasi Bahan

4.5.1 Sheet Pile Beton

Type sheet pile = *Corrugated Type W-600 A1000*

Section Modulus = 25530 cm³

Momen Inersia = 765907 cm⁴



Gambar 4. 3 Penampang Profil Sheet Pile Beton

Spesifikasi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.5.2 Pre-fabricated Vertical Drain (PVD)

Jenis PVD yang digunakan pada perencanaan ini adalah CeTeau Drain CT-822 dari produksi PT. Teknindo Geosistem Unggul. Spesifikasi material sebagai berikut :

Weight = 75 g/m

Thickness (a) = 100 mm

Widht (b) = 4 mm

Spesifikasi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.5.3 Pondasi Tiang Pancang

Tipe pondasi tiang pancang yang dipakai dalam perencanaan tugas akhir ini adalah produksi dari PT. Wijaya Karya Beton dengan spesifikasi sebagai berikut :

Diameter : 800 mm

Tebal : 100 mm

Klas : A1

Momen Retak : 40 tonm

Gaya Aksial : 415 ton

Spesifikasi secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5.

BAB V

PERENCANAAN GEOTEKNIK

5.1 Perencanaan Timbunan

Perhitungan timbunan direncanakan pada bagian tepi laut yang akan digunakan sebagai *Office* dan utilitas lainnya. Perhitungan ini sesuai dengan data tanah BH 1. Perencanaan ini memperhatikan pemampatan tanah akibat konsolidasi primer (*primary consolidation*) yaitu pada kondisi overconsolidated dengan pertimbangan kondisi tanah yang dipengaruhi oleh fluktuasi muka air laut. Pengaruh dari fluktuasi muka air tersebut menyebabkan terjadinya tegangan akibat fluktuasi air sebesar 1.5 t/m². Dari perhitungan tersebut diperoleh besar pemampatan (S_c), tinggi timbunan awal (H -initial), dan tinggi timbunan akhir (H -final) untuk perencanaan.

Untuk mendapatkan nilai H -initial dilakukan perhitungan pemampatan tanah dasar dengan variasi pemberian beban timbunan (q), sedangkan H -final diketahui setinggi 6.5 m dari permukaan tanah dasar. Berdasarkan data tanah, diperoleh lapisan mampu mampat di kedalaman 18 meter.

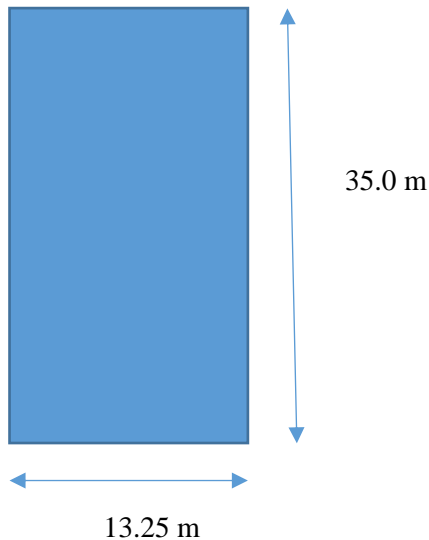
5.1.1 Perhitungan Distribusi Tegangan

Dapat diketahui bahwa beban yang ada di muka tanah akan didistribusikan kedalam lapisan tanah; besar distribusi tersebut sangat tergantung pada:

1. Besar beban persatuan luas yang diberikan di muka tanah,
2. Bentuk dan luas area yang dibebani di muka tanah
3. Kedalaman lapisan tanah yang akan ditentukan besar penambahan bebannya, dan factor-faktor lainnya.

Penentuan besar penambahan beban di dalam lapisan tanah dasar akibat beban luar (beban yang diberikan di muka tanah) sangat penting untuk dilakukan dalam rangka memprakirakan besar pemampatan yang akan terjadi pada lapisan tanah dasar dibawah timbunan.

Besar penambahan beban, Δp akibat beban embankment. Pada perencanaan tugas akhir ini direncanakan timbunan bentuk persegi panjang seperti pada sket dibawah dengan rumus:



Direncanakan data timbunan sebagai berikut :

DATA TIMBUNAN		
y _{timb}	18.5	kN/m ³
y _{sat}	18.5	kN/m ³
H _{final} timbunan	6.5	m
fluktuasi air	15	kN/m ³
y _{pavement}	22	kN/m ³
y _{beton}	24	kN/m ³

TINGGI DAN BEBAN RENCANA				
HRENCANA	qrencana	Hpavement	qpavement	q
m	kN/m ²	m	kN/m ²	kN/m ²
6	111	0.2	4.4	10
8	148	0.2	4.4	10
10	185	0.2	4.4	10

$$\Delta p = I \times q$$

Pada kedalaman tanah dasar 0-1 m dengan $x = 13.25$; $y = 35$ m; dan $z = 0.5$ m, didapat :

$$m = x/z = 13.25/0.5 = 26.5$$

$$n = y/z = 35/0.5 = 70$$

maka, I didapat dari kurva dengan menghubungkan nilai m dan n adalah 0.25

$$\begin{aligned}\Delta p \text{ akibat timbunan} &= 0.25 \times 11.1 \times 4 \\ &= 11.1 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, Δp akibat pavement adalah

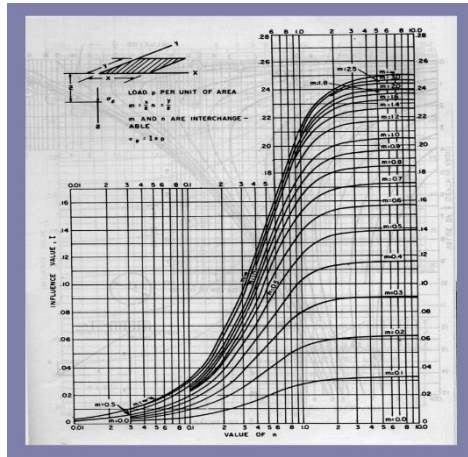
$$\begin{aligned}\Delta p \text{ akibat pavement} &= 0.25 \times 14.4 \times 4 \\ &= 1.44 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jadi total } \Delta p = 12.5 \text{ ton/m}^2$$

Dimana:

q = tegangan vertikal effective di muka tanah berupa timbunan

I = factor pengaruh yang ditentukan dari kurva NAVFAC DM-7 (1970) yang diberikan pada gambar



Gambar 5. 1 Kurva Faktor Pengaruh (NAVFAC)

5.1.2 Perhitungan Besar Pemampatan (S_c)

Perhitungan besar pemampatan (S_c) dilakukan terhadap hasil analisis data tanah. Pemampatan dihitung akibat tinggi tanah timbunan yang setara dengan variasi beban timbunan.

Perhitungan besar pemampatan dilakukan pada bagian yang ditimbun dengan hasil analisis data tanah bahwa tanah tergolong *over consolidated* (OC Soil). Berikut akan diberikan contoh perhitungan pemampatan pada tanah dasar akibat beban timbunan dan beban pavement pada tebal lapisan tanah ke 1 m :

$$S_{ci} = \frac{C_s \times H}{1+e_0} \log \left(\frac{p_c}{p_0} \right) + \frac{C_c \times H}{1+e_0} \log \left(\frac{p_0 + \Delta p}{p_c} \right)$$

- Perhitungan mendapatkan C_c (Compression Index dari lapisan tanah tersebut) dan C_s (Swelling Index dari lapisan tanah tersebut) dari korelasi Kosasih dan Mochtar (1997) :

$$\begin{aligned} C_s &= 0.002 LL + 0.02 e_o^2 - 0.05 \\ &= 0.002 \times 45 + 0.02 \times 1.66^2 - 0.05 \\ &= 0.095112 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0.006 LL + 0.13 e_o^2 - 0.13 \\ &= 0.006 \times 45 + 0.13 \times 1.66^2 - 0.13 \\ &= 0.498228 \end{aligned}$$

- Mencari Tegangan Overburden Efektif (σ'_o) sebelum ada timbunan
Tegangan overburden efektif di tengah lapisan tanah ke 1 dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \sigma'_o &= (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times (1/2 h) \\ &= (1.64 - 1) \times (0.5) \\ &= 0.322 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Tegangan overburden efektif di tengah lapisan tanah ke 2 dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \sigma'_{o2} &= (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times (1/2 h) + (\gamma_{sat} - \gamma_w) \times (h) \\ &= (1.64 - 1) \times (0.5) + (1.64 - 1) \times 1 \\ &= 0.966 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Mencari tegangan prakonsolidasi effective yang lebih besar dari σ_o'
 $P_c' = \sigma_o' + \Delta p'$ (akibat fluktuasi muka air tanah)
 $= 0.322 + 1.5$
 $= 1.822 \text{ ton/ m}^2$

- Mencari Δp (penambahan tegangan vertikal di titik yang ditinjau)
 $\Delta p = 12.5 \text{ ton/m}^2$ (dilihat dari perhitungan distribusi tegangan)

Maka, pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah 1 m (yang ditinjau) karena $\sigma_o' + \Delta p > p_c'$ maka :

$$S_c = \left[\frac{1}{1+1.66} 0.095 \log \frac{1.8}{0.322} \right] + \left[\frac{1}{1+1.66} 0.4982 \log \frac{12.86}{1.8} \right]$$

$$= 0.187172 \text{ m}$$

- Mencari settlement total dengan h timbunan bervariasi
 Pada data tanah ini, tebal lapisan tanah yang lunak yang mengalami settlement adalah 18 m, maka settlement total merupakan penjumlahan dari settlement setiap lapisan (18 m @ 1m), yaitu untuk Hrencana timbunan = 6m, Settlement total sebesar 2.7 m; Hrencana timbunan = 8m, settlement total sebesar 3.15965 m; Hrencana timbunan = 10 m, settlement total sebesar 3.53 m

5.1.3 Perhitungan Tinggi Timbunan Awal (*H-initial*) dan Tinggi Timbunan Akhir (*H-final*)

Tinggi H-initial dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

$$H_{initial} = \frac{q_{timbunan} + S_c \times (\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})}{\gamma_{timb}}$$

Dimana :

$$S_c \text{ akibat } q_{timbunan} \text{ } 11.1 \text{ ton/m}^2 = 2.7 \text{ m}$$

$$\gamma_{timbunan} = 1.85 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma'_{timbunan} = 0.85 \text{ ton/m}^2$$

Maka :

$$H_{initial} = \frac{11.1 + 2.7 \times (1.85 - 0.85)}{(1.85)}$$

$$= 7.46 \text{ m}$$

H_{final} merupakan pengurangan antara $H_{initial}$ dengan Sc ditambah dengan H dari pavement, maka :

$$H_{final} = 7.46 - 2.7 + 0.2$$

$$= 4.96 \text{ m}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan kembali dengan cara yang sama dengan variasi beban timbunan lain yang sudah ditentukan. Perhitungan tersebut kemudian direkapitulasi sehingga menunjukkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5.1. Rekapitulasi perhitungan pemampatan selengkapannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 1 Rekap Perhitungan Pemampatan akibat tinggi timbunan bervariasi

qfinal	Hinisial	Sc	Hfinal	Hpavement
t/m ²	m	m	m	m
0	0	0	0	0
11.1	7.463469	2.707418	4.956051	0.2
14.8	9.707919	3.15965	6.748269	0.2
18.5	11.91128	3.535875	8.575409	0.2

Hubungan H -initial dan H -final pada Tabel 5.1 kemudian dibuatkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 5.1, sedangkan hubungan H -final dan Sc ditunjukkan pada gambar 5.2. Persamaan yang didapatkan dari gambar 5.1 digunakan untuk menghitung H -initial timbunan untuk mencapai H -final 6.5 m. Sedangkan

persamaan yang didapatkan dari Gambar 5.2 digunakan untuk mencari besar pemampatan yang terjadi. Berikut perhitungannya :

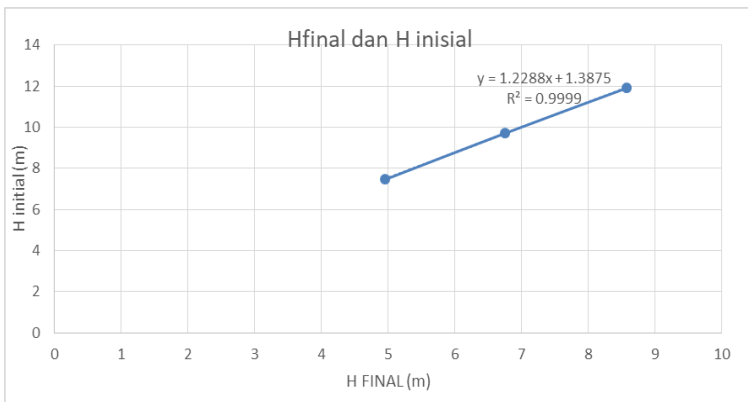
$$H\text{-initial} = 1.2288x - 1.3875$$

$$H\text{-initial} = 1.2288 \times 6.5 - 1.3875$$

$$H\text{-initial} = 9.4 \text{ m}$$

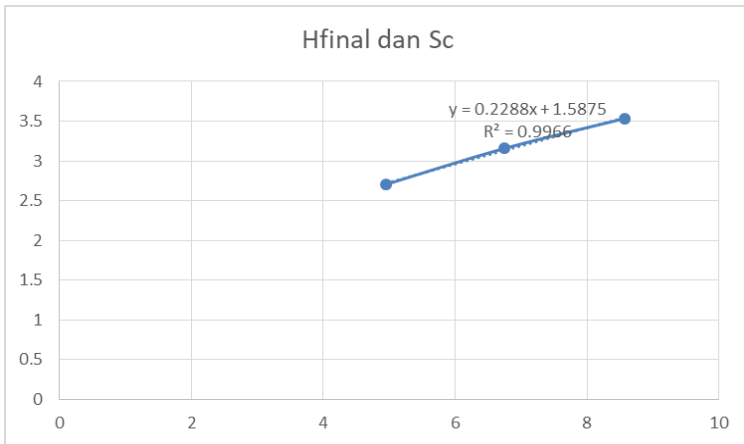
$$Sc = 0.2288x + 1.5875$$

$$= 3.07 \text{ m}$$



Gambar 5. 2 Grafik hubungan antara H-initial dan H-final

(Sumber: Hasil Analisis)



Gambar 5. 3 Hubungan H final dan Sc

(Sumber: Hasil Analisis)

5.2 Perhitungan Waktu Pemampatan Tanpa PVD

Setelah didapatkan besar pemampatan yang terjadi, dilakukan perhitungan waktu pemampatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemampatan tersebut. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui perlu atau tidaknya untuk mempercepat waktu pemampatan. Perhitungan ini menggunakan data tanah BH.1. Data tanah BH.1 yang dibutuhkan untuk menghitung waktu pemampatan ditunjukkan pada lampiran 6. Karena setiap lapisan tanah memiliki nilai Cv masing-masing, maka nilai Cv yang digunakan adalah Cv gabungan. Nilai Cv gabungan ditunjukkan pada Tabel 5.2

Tabel 5. 2 Data Tanah BH.1 untuk Perhitungan Waktu Pemampatan

DATA TANAH DASAR					
Cv1	0.000517	cm ² /dt	H1	2	m
Cv2	0.000723	cm ² /dt	H2	6	m
Cv3	0.0002	cm ² /dt	H3	6	m
Cv4	0.0004	cm ² /dt	H4	4	m
Cv gabungan	0.000370324	cm ² /dt	Hdr	18	m
	0.022397177	m ² /wk			
	1.167852824	m ² /th			

Dari Tabel 5.2 diperoleh C_v gabungan sebesar 1.16 m²/tahun dan tebal lapisan *drainage* (Hdr) sebesar 18 m. Hasil perhitungan waktu pemampatan tanpa PVD di BH.1 terdapat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Waktu Pemampatan Tanpa PVD

TIDAK MENGGUNAKAN PVD			
Derajat Kons	Faktor Waktu (Tv)	t (tahun)	Sc (m)
0	0		
5	0.001963495	0.544737	0.468735
10	0.007853982	2.178948	0.93747
15	0.017671459	4.902632	1.406205
20	0.031415927	8.71579	1.87494
25	0.049087385	13.61842	2.343675
30	0.070685835	19.61053	2.81241
35	0.096211275	26.69211	3.281145
40	0.125663706	34.86316	3.74988
45	0.159043128	44.12369	4.218615
50	0.196349541	54.47369	4.68735
55	0.237582944	65.91316	5.156085
60	0.282743339	78.44211	5.62482
65	0.331830724	92.06053	6.093555
70	0.3848451	106.7684	6.56229
75	0.441786467	122.5658	7.031025
80	0.502654825	139.4526	7.49976
85	0.567450173	157.429	7.968495
90	0.636172512	176.4948	8.43723
95	0.708821842	196.65	8.905965
100	0.785398163	217.8948	9.3747

Dari hasil perhitungan tersebut, dengan derajat konsolidasi (U) sebesar 90%, waktu pemampatan pada zona tersebut membutuhkan waktu selama 217.8 tahun. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan PVD untuk mempercepat proses pemampatan.

5.3 Perencanaan PVD untuk Mempercepat Pemampatan

Perencanaan PVD dilakukan pada masing-masing variasi kedalaman di masing-masing zona. Contoh perhitungan berikut adalah menghitung pada perencanaan PVD penuh di BH.1. Pilihan pola pemasangan yang dihitung adalah pola segitiga dan pola segiempat dengan variasi jarak antar titik PVD sebesar 0.8 m, 0.9 m, 1 m, 1.25 m, 1.5 m, dan 1.75 m.

Perhitungan Derajat Konsolidasi Vertikal (U_v)

Perhitungan U_v dimulai dengan mencari nilai T_v terlebih dahulu. Perhitungan T_v dengan menggunakan nilai-nilai parameter tanah pada lampiran 6. Pada minggu ke-1, maka didapatkan T_v sebesar 0.000007. Sehingga, didapatkan nilai U_v sebesar 0.009.

Perhitungan Derajat Konsolidasi Horizontal (U_h)

Dalam perhitungan U_h dibutuhkan beberapa parameter seperti $F(n)$, Ch , dan D . Berikut adalah contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai U_h dengan pola pemasangan segitiga dengan spasi 1 m pada pemasangan PVD penuh :

$$C_v \text{ gabungan} = 1.1678 \text{ m}^2/\text{tahun} \text{ (Tabel 5.3)}$$

$$\text{Lebar PVD (a)} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Tebal PVD (b)} = 0.5 \text{ cm}$$

$$dw = 2(a+b)/\pi$$

$$= 6.15 \text{ cm}$$

1. Perhitungan $F(n)$

$$\begin{aligned}
 D &= 1.05 \times S \\
 &= 1.05 \times 80 \\
 &= 84 \text{ cm} \\
 n &= D/dw \\
 &= 84/6.68 \\
 &= 13 \\
 F(n) &= \left(\frac{n^2}{n^2-1^2} \right) \left[\ln(n) - \frac{3}{4} - \frac{1}{4n^2} \right] \\
 &= 1.87
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan U_h

$$\begin{aligned}
 t &= 1 \text{ minggu} \\
 Ch &= 2 \times Cv \\
 &= 0.044 \text{ m}^2/\text{minggu} \\
 U_h &= 1 - \left[\frac{1}{e^{\left[\frac{t \times 8 \times Ch}{D^2 \times 2 \times F(n)} \right]}} \right] \times 100 \% = 12.69 \%
 \end{aligned}$$

Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata-rata (\bar{U})

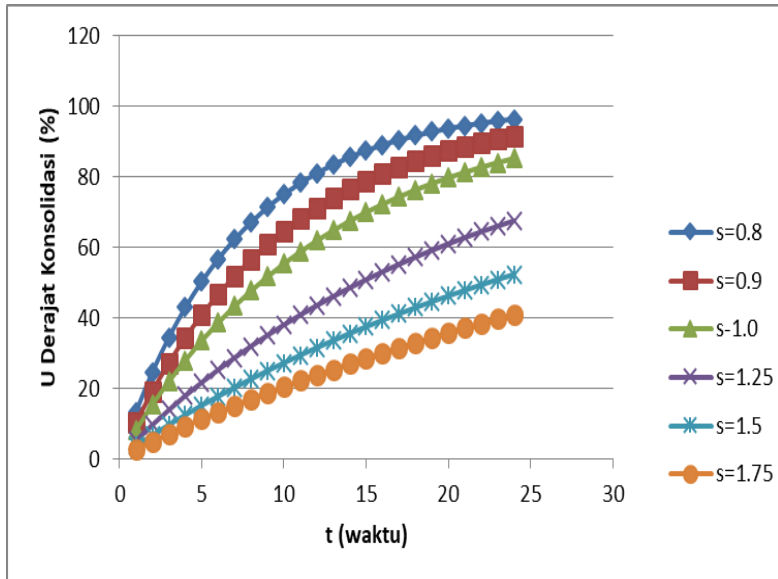
Setelah mendapatkan nilai U_v dan U_h maka selanjutnya dilakukan perhitungan \bar{U} dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{U} = [1 - (1-U_h)(1-U_v)] \times 100\%$$

$$\bar{U} = 13.51 \%$$

Nilai \bar{U} tersebut adalah perhitungan untuk pola pemasangan segitiga dengan spasi 1 m pada minggu ke-1.

Rekapitulasi seluruh perhitungan dengan variasi jarak antar titik PVD dengan kedalaman bervariasi pada zona terdapat pada Lampiran 7. Dari perhitungan tersebut dihasilkan grafik hubungan \bar{U} dengan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi yang direncanakan yang ditunjukkan pada Gambar 5.3. Grafik tersebut, dipilih pola pemasangan segitiga spasi 0.8 m dengan derajat konsolidasi sebesar 90% yang dicapai 17 minggu.



Gambar 5. 4 Hubungan Derajat Konsolidasi dan Waktu

(sumber: Hasil Analisis)

5.4 Penimbunan Bertahap

Penimbunan bertahap dilakukan untuk mempermudah metode pelaksanaan di lapangan. Pelaksanaan penimbunan bertahap dilakukan dengan menggunakan perencanaan kecepatan penimbunan 0.5 m/minggu. Dengan H -initial yang didapatkan dari perhitungan 9.5 m, maka jumlah tahapan penimbunan berbeda-beda di tiap kedalaman PVD.

5.4.1 Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) 100%

Perhitungan tegangan di tiap lapisan tanah dimulai dengan menghitung distribusi tegangan pada tiap lapisan tanah akibat tahapan penimbunan. Setelah menghitung distribusi tegangan pada

tiap lapisan, maka dapat dihitung perubahan tegangan yang terjadi pada tiap lapisan tanah dengan persamaan berikut:

$$\sigma_1' = P_o + \Delta P_1$$

$$\sigma_2' = \sigma_1' + \Delta P_2$$

dst, dimana :

P_o : Tegangan overburden efektif

ΔP_1 : Distribusi Tegangan akibat Penimbunan Tahap Pertama

ΔP_2 : Distribusi Tegangan akibat Penimbunan Tahap Kedua

Hasil perhitungan perubahan tegangan akibat penimbunan bertahap untuk derajat konsolidasi 100% dapat dilihat pada Lampiran 8.

5.4.2 Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) <100%

Perhitungan untuk Derajat Konsolidasi (U) < 100% dilakukan untuk mendapatkan nilai C_u baru. Nilai U yang digunakan untuk alternative yang menggunakan PVD adalah menggunakan nilai U akibat PVD yang direncanakan. Perhitungan dilakukan pada tiap lapisan tanah akibat tiap tahapan penimbunan. Perubahan tegangan yang terjadi di tiap lapisan merupakan total dari penjumlahan seluruh perubahan tegangan akibat tiap timbunan bertahap. Rekapitulasi perhitungan tegangan untuk derajat konsolidasi <100% pada tiap lapisan di zona tersebut dapat dilihat pada Lampiran 9.

5.4.3 Perhitungan Nilai Cu Baru

Perhitungan nilai Cu baru, karena nilai Plasticity Index (PI) pada tanah kurang dari 120%. Hasil perhitungan Cu baru pada zona tersebut dapat dilihat pada Lampiran 10.

5.4.4 Perhitungan Pemampatan Akibat Timbunan Bertahap

Pemampatan akibat penimbunan bertahap dihitung sehingga akan didapatkan grafik hubungan antara waktu tahapan dengan pemampatan yang terjadi. Besar pemampatan yang lebih kecil terjadi akibat derajat konsolidasi yang belum mencapai 90% ketika tahapan penimbunan selesai. Hasil perhitungan dan grafik pemampatan akibat timbunan bertahap dapat dilihat pada Lampiran 11.

Pada perencanaan ini karena timbunan berada pada laut, maka untuk mencegah terjadinya kelongsoran digunakan perkuatan tanah dengan turap sheet pile pada sisi kanan dan kiri timbunan. Seperti pada Gambar potongan melintang.



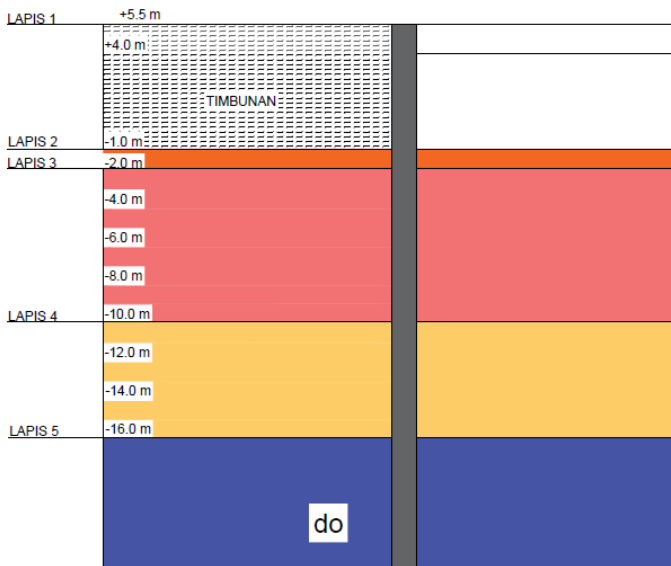
Gambar 5. 5 Potongan Melintang Daerah Timbunan

5.5 Perencanaan Perkuatan Talud dengan Turap

Perencanaan perkuatan dilakukan pada bagian sisi kanan dan kiri timbunan seperti dilihat pada Gambar 5.4. Perhitungan dilakukan pada kondisi tanah aktif elevasi +5.5m dari muka air dan tanah pasif dimulai pada elevasi -1.0 m dari dasar laut.

5.5.1 Perencanaan Turap Tanpa Angker

Sketsa tanah pada turap tanpa angker dapat dilihat pada Gambar 5.5 dengan beban $q = 12.5 \text{ ton/m}^2$



Gambar 5. 6 Sketsa lapisan tanah (BH.1)

Data tanah:

Pada Tanah Lapis 1 :

$$\gamma_{\text{timb}} = 1.85 \text{ ton/m}^3$$

$$c = 0$$

$$\phi = 30$$

Pada Tanah Lapis 2 :

$$\gamma_t = 1.64 \text{ ton/m}^3$$

$$c = 4.8$$

$$\phi = 2$$

Pada Tanah Lapis 3:

$$\gamma_t = 1.4 \text{ ton/m}^3$$

$$c = 3$$

$$\phi = 3.5$$

Pada Tanah Lapis 4:

$$\gamma_t = 1.5 \text{ ton/m}^3$$

$$c = 3.5$$

$$\phi = 4$$

Pada Tanah Lapis 5:

$$\gamma_t = 1.8 \text{ ton/m}^3$$

$$c = 4.2$$

$$\phi = 5$$

a. Menghitung Beban

$$q = 12.5 \text{ ton/m}^2$$

b. Mencari Ka dan Kp

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

$$K_{a1} = \tan^2 (45 - 30/2) = 0.33$$

$$K_{a2} = \tan^2 (45 - 3/2) = 0.9$$

$$K_{a3} = \tan^2 (45 - 3.5/2) = 0.88$$

$$K_{a4} = \tan^2 (45 - 4/2) = 0.87$$

$$K_{a5} = \tan^2 (45 - 5/2) = 0.84$$

$$K_{p1} = \tan^2 (45 + 3/2) = 1.11$$

$$K_{p2} = \tan^2 (45 + 3.5/2) = 1.13$$

$$K_{p3} = \tan^2 (45 + 4/2) = 1.15$$

$$K_{p4} = \tan^2 (45 + 5/2) = 1.19$$

c. Mencari Tegangan Vertikal aktif dan Pasif (σ_v')Aktif

$$\sigma_v' = q + (\gamma' \times h)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v1}' &= 12.5 + (1.85 - 1) \times 0 \\ &= 12.5 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v2}' &= \sigma_{v1}' + (\gamma' \times h) \\ &= 12.5 + (1.64 - 1) \times 6.5 \\ &= 16.66 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v3}' &= \sigma_{v2}' + (\gamma' \times h) \\ &= 16.66 + (1.4 - 1) \times 1 \\ &= 17.06 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{v4}' &= \sigma_{v3}' + (\gamma' \times h) \\ &= 17.06 + (1.5 - 1) \times 8 \\ &= 21.06 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_v5' &= \sigma_v4' + (\gamma' \times h) \\ &= 21.06 + (1.8 - 1) \times 6 \\ &= 25.86 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_v6' &= \sigma_v5' + (\gamma' \times h) \\ &= 25.86 + (1.8 - 1) \times \text{do} \\ &= 25.86 + 0.8 \text{ do}\end{aligned}$$

Pasif

$$\begin{aligned}\sigma_v1' &= q + (\gamma' \times h) \\ &= 0 + (1.64 - 1) \times 0 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma v2' &= q + (\gamma' \times h) \\ &= 0 + (1.64 - 1) \times 1 \\ &= 0.64 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma v3' &= \sigma_v2' + (\gamma' \times h) \\ &= 0.64 + (1.4 - 1) \times 8 \\ &= 3.84 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma v4' &= \sigma_v3' + (\gamma' \times h) \\ &= 3.84 + (1.5 - 1) \times 6 \\ &= 6.84 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma v5' &= \sigma_v4' + (\gamma' \times h) \\ &= 6.84 + (1.8 - 1) \times \text{do} \\ &= 6.84 + 0.8 \text{ do}\end{aligned}$$

d. Mencari Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif (σ_h aktif dan σ_h pasif)

$$\begin{aligned}\sigma_{h\text{aktif}} &= (\sigma_v \times K_a) - 2c \sqrt{K_a} \\ \sigma_{h\text{pasif}} &= (\sigma_v \times K_p) + 2c \sqrt{K_p}\end{aligned}$$

Aktif

$$\sigma_{h\text{aktif } 1} = 12.5 \times 0.33 - 2 \times 0 \sqrt{0.33} = 2.286 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{h\text{aktif } 2\text{atas}} = 16.66 \times 0.33 - 2 \times 0 \sqrt{0.33} = 3.65 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{h\text{aktif } 2\text{bawah}} = 16.66 \times 0.9 - 2 \times 4.8 \sqrt{0.9} = 5.89 \text{ t/m}^2$$

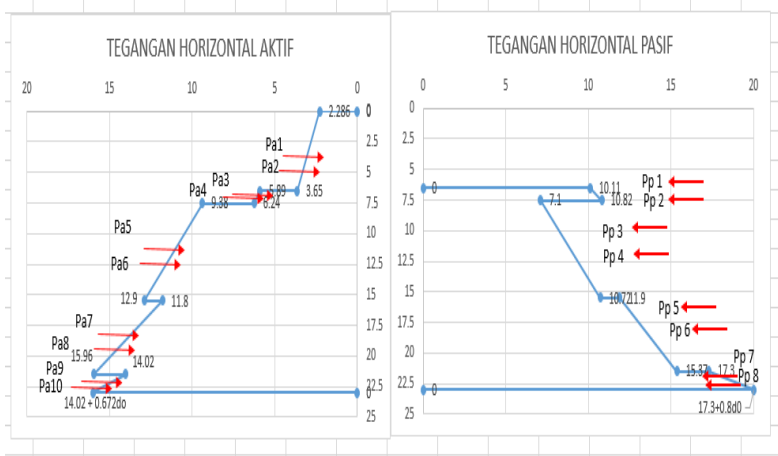
$$\sigma_{h\text{aktif } 3\text{atas}} = 17.06 \times 0.9 - 2 \times 4.8 \sqrt{0.9} = 6.24 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{\text{aktif 3 bawah}} &= 17.06 \times 0.88 - 2 \times 3 \sqrt{0.88} = 9.38 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{aktif 4 atas}} &= 21.06 \times 0.88 - 2 \times 3 \sqrt{0.88} = 12.9 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{aktif 4 bawah}} &= 21.06 \times 0.87 - 2 \times 3.5 \sqrt{0.87} = 11.8 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{aktif 5 atas}} &= 25.86 \times 0.87 - 2 \times 3.5 \sqrt{0.87} = 15.96 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{aktif 5 bawah}} &= 25.86 \times 0.84 - 2 \times 4.2 \sqrt{0.84} = 14.02 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{aktif 6 atas}} &= (25.86 + 0.8 \text{ do}) \times 0.84 - 2 \times 4.2 \sqrt{0.84} \\
&= 21.72 + 0.672 \text{ do} - 7.7 \\
&= 14.02 + 0.672 \text{ do}
\end{aligned}$$

Pasif


$$\begin{aligned}
\sigma_{\text{pasif 1}} &= (0 \times 1.11) + 2 \times 4.8 \sqrt{1.11} \\
&= 10.11 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{pasif 2atas}} &= 0.64 \times 1.11 + 2 \times 4.8 \sqrt{1.11} \\
&= 10.82 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{pasif 2bawah}} &= 0.64 \times 1.13 + 2 \times 3 \sqrt{1.13} \\
&= 7.1 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{pasif 3atas}} &= 3.84 \times 1.13 + 2 \times 3 \sqrt{1.13} \\
&= 10.72 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{pasif 3bawah}} &= 3.84 \times 1.15 + 2 \times 3.5 \sqrt{1.15} \\
&= 11.9 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{pasif 4atas}} &= 6.84 \times 1.15 + 2 \times 3.5 \sqrt{1.15} \\
&= 15.37 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{pasif 4bawah}} &= 6.84 \times 1.19 + 2 \times 4.2 \sqrt{1.19} \\
&= 17.3 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{\text{pasif 5atas}} &= (6.84 + 0.8 \text{ do}) \times 1.19 + 2 \times 4.2 \sqrt{1.19} \\
&= 8.14 + 0.95 \text{ do} + 9.16 \\
&= 17.3 + 0.8 \text{ do}
\end{aligned}$$


Dari perhitungan tegangan horizontal didapatkan diagram tegangan seperti pada Gambar





Gambar 5. 7 Diagram Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif

e. Mencari Gaya Aktif dan Pasif pada Tanah

P_a  = $\sigma_{\text{aktif}} \times \text{kedalaman}$

P_a  = $(\sigma_{\text{aktif}} \times \text{kedalaman})/2$

P_p  = $\sigma_{\text{pasif}} \times \text{kedalaman}$

P_p  = $(\sigma_{\text{pasif}} \times \text{kedalaman})/2$

AKTIF

P_{a1} = 2.286×6.5
= 14.859 ton

P_{a2} = $((3.65 - 2.286) \times 6.5)/2$
= 4.43 ton

P_{a3} = 5.89×1
= 5.89 ton

$$\begin{aligned}\text{Pa4} &= ((6.24 - 5.89) \times 1)/2 \\ &= 0.175 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pa5} &= 9.38 \times 8 \\ &= 75.04 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pa6} &= ((12.9 - 9.38) \times 8)/2 \\ &= 14.08 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pa7} &= 11.8 \times 6 \\ &= 70.8 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pa8} &= ((15.96 - 11.8) \times 6)/2 \\ &= 12.48 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pa9} &= 14.02 \times \text{do} \\ &= 14.02 \text{do ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pa10} &= (((14.02 + 0.672 \text{do}) - 14.02) \times \text{do})/2 \\ &= 0.336 \text{ do}^2 \text{ ton}\end{aligned}$$

PASIF

$$\begin{aligned}\text{Pp 1} &= 10.11 \times 1 \\ &= 10.11 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pp 2} &= ((10.82 - 10.11) \times 1)/2 \\ &= 0.355 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pp 3} &= 7.1 \times 8 \\ &= 56.8 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pp 4} &= ((10.72 - 7.1) \times 8)/2 \\ &= 14.48 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pp\ 5 &= 11.9 \times 6 \\ &= 71.4 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pp\ 6 &= ((15.37 - 11.9) \times 6) / 2 \\ &= 10.41 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$Pp\ 7 = 17.3 \text{ do}$$

$$\begin{aligned} Pp\ 8 &= ((17.3 + 0.8 \text{ do} - 17.3) \times \text{do}) / 2 \\ &= 0.4 \text{ do}^2 \end{aligned}$$

f. Mencari momen tanah aktif dan pasif yang terjadi pada angkur

Angkur berada di elevasi +5.0m dari permukaan air laut

Momen pada tanah aktif = $P_a \times \text{Jarak ke angkur}$

Momen pada tanah pasif = $P_p \times \text{Jarak ke angkur}$

AKTIF

$$\begin{aligned} MPa1 &= 14.859 \times ((6.5/2) - 0.5) \\ &= 40.86 \text{ tonm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MPa2 &= 4.43 \times ((2/3 \times 6.5) - 0.5) \\ &= 16.98 \text{ tonm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MPa3 &= 5.89 \times 6.5 \\ &= 38.285 \text{ tonm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MPa4 &= 0.175 \times ((1 \times 2/3) + 6) \\ &= 1.167 \text{ tonm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MPa5 &= 75.04 \times (4 + 7) \\ &= 825.44 \text{ tonm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPa6} &= 14.08 \times ((2/3 \times 8) + 7) \\ &= 173.65 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPa7} &= 70.8 \times (3+15) \\ &= 1203.6 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPa8} &= 12.48 \times ((2/3 \times 6)+15) \\ &= 237.12\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPa9} &= 14.02 \text{ do } (0.5 \text{ do} + 21) \\ &= 7.01 \text{ do}^2 + 294.42 \text{ do}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPa 10} &= 0.336 \text{ do}^2 \times ((2/3 \text{ do})+21) \\ &= 0.224 \text{ do}^3 + 7.056 \text{ do}^2\end{aligned}$$

PASIF

$$\begin{aligned}\text{MPp 1} &= 10.11 \times (0.5 + 6) \\ &= 65.715 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPp 2} &= 0.355 \times ((2/3 \times 1)+6) \\ &= 2.367 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPp 3} &= 56.8 \times (4+7) \\ &= 624.8 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPp 4} &= 14.48 \times ((2/3 \times 8) + 7) \\ &= 178.59 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPp 5} &= 71.4 \times (3+15) \\ &= 1285.2 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{MPp6} &= 10.41 \times (2/3 \times 6) + 15 \\ &= 197.79 \text{ tonm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MPp7} &= 17.3 \text{ do} (0.5 \text{ do} + 21) \\ &= 8.65 \text{ do}^2 + 363.3 \text{ do} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MPp8} &= 0.4 \text{ do}^2 (2/3 \text{ do} + 21) \\ &= 0.27 \text{ do}^3 + 8.4 \text{ do}^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan momen didapatkan persamaan momen sebagai berikut :

$$\text{AKTIF} : 2537.102 + 294.42 \text{ do} + 14.06 \text{ do}^2 + 0.224 \text{ do}^3 = 0$$

$$\text{PASIF} : 2351.46 + 363.3 \text{ do} + 17.05 \text{ do}^2 + 0.27 \text{ do}^3 = 0$$

Dari hasil selisih persamaan momen aktif dan pasif didapat:
 $182.642 + (-68.88) \text{ do} + (-2.984 \text{ do}^2) + -0.046 \text{ do}^3 = 0$

Didapat factor dari persamaan momen tersebut $\text{do} = 2.4 \text{ m}$

Untuk keamanan, maka $2.4 \times \text{SF} = 2.4 \times 1.2 = 2.88 \text{ m}$.

Jadi turap dipasang dikedalaman 23.88 m dari permukaan.

g. Mencari faktor persamaan x dari turunan persamaan Momen

Turunan persamaan momen pangkat tiga, yaitu

$$-0.138 \text{ do}^2 + -5.968 \text{ do} + -68.88 = 0$$

Didapat: $x_1 = -20.35$

$$x_2 = -9.83$$

h. Mencari Mmax dari factor persamaan turunan momen

$$\begin{aligned} \text{Mmax} &= 182.642 + -68.88 (-9.8) + -2.984 (-9.8)^2 + -0.046 (-16^3) \\ &= 1332.66536 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\text{Mmax} = 133266536 \text{ kgcm}$$

i. Menentukan profil turap

$$\text{Sijin (kg/cm}^2\text{)} = 1500$$

$$\text{Section Modulus} = 133266536/1500$$

$$= 88844.3 \text{ cm}^3/\text{m}'$$

$$\begin{aligned}\text{Section Modulus Sheet Pile} &= 25530 \text{ cm}^3/\text{m}' \\ \text{Jumlah Turap} &= 88844.3 / 25530 \\ &= 3.4 \text{ dipakai 3 turap}\end{aligned}$$

Sheet Pile yang digunakan berdasar produksi dari PT. Wijaya Karya dengan brosur berada pada lampiran.

j. Menentukan profil blok angkur

Didapat dari Selisih Jumlah Pa dan Jumlah Pp lalu dikurangi didapat gaya sebesar 24.22 ton

$$\begin{aligned}\text{Pu Angkur} &= 1.5 \times 24.22 \\ &= 36.33 \text{ ton} \\ \sigma_{\text{angkur}} (\text{kg/cm}^2) &= 1000 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Kedalaman Blok angkur} &= 2 \text{ m} \\ \text{Profil angkur : Panjang} &= 18 \text{ m} \\ \text{Diameter Baja, D (cm)} &= 8 \text{ cm} \\ \text{Lebar blok angkur} &= 2 \text{ m} \\ \text{Pa pada angkur} &= 0.5 \times (\text{Kedalaman Blok angkur})^2 \times 1.85 \times K_a \times \\ &\quad \text{Jarak antara angkur} \\ &= 0.5 \times 1.5^2 \times 1.85 \times 0.33 \times 2 \\ &= 2.442 \text{ ton} \\ \text{Pp pada angkur} &= 0.5 \times 1.5^2 \times 1.85 \times 3 \times 2 \\ &= 22.2 \text{ ton}\end{aligned}$$

5.6 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang *Breasting Dolphin* di *Intake Canal*

5.6.1 Perencanaan Fender

Untuk menentukan kebutuhan fender perlu memperhatikan beberapa aspek, yaitu : kecepatan kapal saat merapat dan ukuran kapal yang direncanakan dimana kecepatan ini akan berpengaruh pada besarnya energi kinetik yang akan diabsorbsi oleh fender dan dialirkan menjadi beban horizontal. Perlu di perhatikan pula pemilihan tipe fender yang tepat agar dapat melayani kapal yang bersandar dengan baik.

Beban Tumbukan dari Kapal

Adapun rumusan dalam menghitung energi kinetik mengacu pada brosur *Trelleborg marine fendering system*. Pada perencanaan fender ini direncanakan dapat ditambati kapal oil tanker 10.000 DWT menggunakan breasting dolphin, sehingga untuk menentukan energi kinetik bertambat normal (E_N) digunakan rumusan :

DOLPHIN BERTHING

$$E_N = 0.5 \cdot M_D \cdot (V_B)^2 \cdot C_M \cdot C_E \cdot C_S \cdot C_C$$

Dimana :

E_N = Energi kinetic bertambat normal (kNm)

M_D = *Displacement tonnage* (ton)

V = Kecepatan kapal bertambat (m/s)

C_M = *Virtual mass factor*

C_E = *Eccentricity factor*

C_C = *Berth configuration factor*

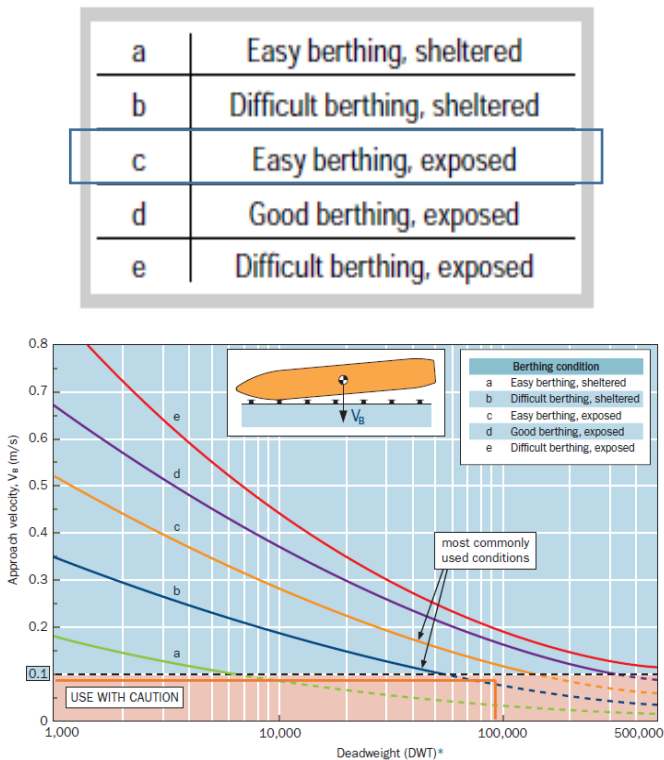
C_s = *Softness factor*

1. Menentukan M_D

Untuk menentukan M_D atau *displacement tonnage* dapat dilihat dari jenis kapal yang direncanakan. Kapal yang direncanakan adalah 10.000 DWT maka *displacement tonnage* dari kapal tersebut adalah 15.000 ton diambil dari brosur *Trelleborg Marine System*.

2. Menentukan Kecepatan kapal untuk Bertambat (V)

Lokasi untuk perencanaan ini berada pada perairan yang terlindung. Namun lokasi terletak pada alur pelayaran dengan lalu lintas yang cukup padat membuat kapal sulit bertambat. Dari gambar didapatkan kecepatan kapal untuk bertambat adalah 0,3 m/s.



Gambar 5. 8 Kecepatan Bertambat Kapal

(Sumber : Brosur Trelleborg)

DWT	Velocity, V_B (m/s)				
	a	b	c	d	e
1,000	0.179	0.343	0.517	0.669	0.865
2,000	0.151	0.296	0.445	0.577	0.726
3,000	0.136	0.269	0.404	0.524	0.649
4,000	0.125	0.250	0.374	0.487	0.597
5,000	0.117	0.236	0.352	0.459	0.558
10,000	0.094	0.192	0.287	0.377	0.448
20,000	0.074	0.153	0.228	0.303	0.355
30,000	0.064	0.133	0.198	0.264	0.308
40,000	0.057	0.119	0.178	0.239	0.279
50,000	0.052	0.110	0.164	0.221	0.258
100,000	0.039	0.083	0.126	0.171	0.201
200,000	0.028	0.062	0.095	0.131	0.158
300,000	0.022	0.052	0.080	0.111	0.137
400,000	0.019	0.045	0.071	0.099	0.124
500,000	0.017	0.041	0.064	0.090	0.115

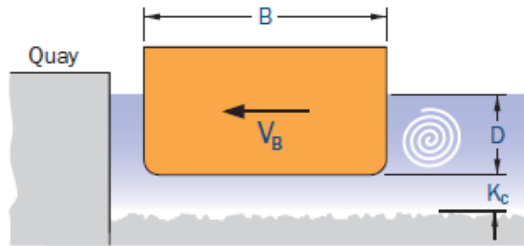
Tabel 5. 4 Hubungan kecepatan bertambat kapal dan DWT

(*Sumber : PIANC 2002*)

3. Menentukan *Virtual Mass Factor* (C_M)

Menentukan nilai C_M berdasarkan PIANC (2002).

PIANC (2002)	
for $\frac{K_c}{D} \leq 0.1$	$C_M = 1.8$
for $0.1 \leq \frac{K_c}{D} \leq 0.5$	$C_M = 1.875 - 0.75 \left[\frac{K_c}{D} \right]$
for $\frac{K_c}{D} \geq 0.5$	$C_M = 1.5$



Gambar 5. 9 Kondisi Kapal bertambat dengan draft maksimum

(*Sumber : Brosur Trelleborg*)

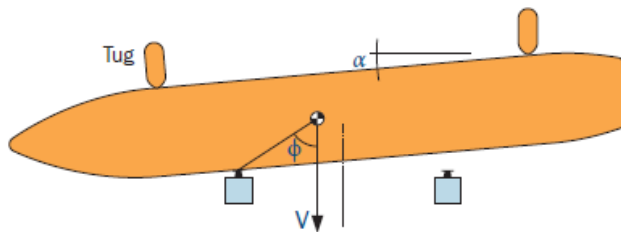
$$\frac{K_C}{D} = \frac{1,58}{7,5} = 0,21$$

$$C_M = 1,875 - 0,75 \cdot \frac{K_C}{D} = 1,875 - 0,75 \cdot 0,21 = 1,7$$

4. Menentukan *Eccentricity factor* (C_E)

Menentukan C_E menggunakan pendekatan dimana diasumsikan 1/4 energi kapal menumbuk fender, sehingga diambil nilai C_E sebesar 0,6.

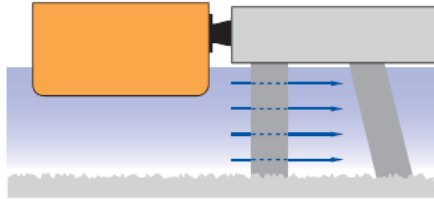
Dolphin berthing



Quarter-point berthing	$x = \frac{L_{BP}}{4}$	$C_E \approx 0.4-0.6$
Third-point berthing	$x = \frac{L_{BP}}{3}$	$C_E \approx 0.6-0.8$
Mid-ships berthing	$x = \frac{L_{BP}}{2}$	$C_E \approx 1.0$

5. Menentukan *berth configuration factor* C_c

Untuk *berth configuration factor* $C_c = 1$ dipilih karena tipe konstruksi yang dipakai merupakan tipe struktur terbuka



$C_c = 1.0$	<ul style="list-style-type: none"> Open structures including berth corners Berthing angles $> 5^\circ$ Very low berthing velocities Large underkeel clearance
$C_c = 0.9$	<ul style="list-style-type: none"> Solid quay structures Berthing angles $> 5^\circ$

Gambar 5. 10 CC berdasarkan Rekomendasi PIANC

6. Menentukan *Softness coefficient* C_s

Nilai *softness coefficient* $C_s = 1$ dipilih karena deformasi pada saat badan kapal bertambat dianggap tidak ada. Berdasarkan rekomendasi PIANC, didapatkan $C_s = 1$

for $\delta_f \leq 150\text{mm} \Rightarrow C_s \approx 0.9$
 for $\delta_f \leq 150\text{mm} \Rightarrow C_s = 1.0$

1. Energi Kinetik pada Kondisi Normal

$$\begin{aligned}
 E_N &= 0.5 \times M_D \times V^2 \times C_M \times C_E \times C_C \times C_s \\
 &= 0.5 \times 15000 \times 0.3^2 \times 1.7 \times 0.6 \times 1 \times 1 \\
 &= 695.385 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

2. Energi Kinetik pada Kondisi Abnormal

Kondisi abnormal adalah dimana kondisi dimana pada saat energy kinetic normal terlampaui yang dapat menyebabkan kerusakan pada kapal. Kondisi seperti ini bisa terjadi akibat kesalahan manusia atau kondisi cuaca yang tidak baik. Sehingga untuk menghitung energi kinetik pada kondisi abnormal yaitu dengan mengalikan nilai energi kinetik normal dengan safety factor yang didapatkan dari PIANC 2002. Kapal tanker 10.000 DWT merupakan kapal tanker yang tergolong kapal kecil, sehingga digunakan nilai FS 1,75. Adapun perumusan untuk kondisi abnormal adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 E_a &= E_N \times F_s \\
 &= 695.385 \times 1.75 \\
 &= 1216.92 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

PIANC Factors of Safety (F_s)		
Vessel type	Size	F_s
Tanker, bulk, cargo	Largest	1.25
	Smallest	1.75
Container	Largest	1.5
	Smallest	2.0
General cargo		1.75
RoRo, ferries		≥ 2.0
Tugs, workboats, etc		2.0

Source: PIANC 2002; Table 4.2.5.

Pemilihan Tipe Fender

Fender yang dipilih didasarkan besar energi yang dapat diabsorbsi oleh fender tersebut (E_r) dan harus lebih besar dari energi

tumbukan kapal (E_N) sebesar 1216.923 kNm . Pada perencanaan kali ini tipe fender yang digunakan adalah *Super Cone Fender* (SCN). Dari katalog fender tipe SCN dipilih fender tipe SCN 1400 E 1.7 dengan nilai $E_r = 1223 \text{ kNm} > E_N = 1216.923 \text{ kNm}$ dengan reaksi (R_r) = 1690 kNm , selain itu energi reaksi kapal juga harus diusahakan dapat diserap fender ketika kondisi fender berdeformasi. Berdasarkan perhitungan E_N diatas, data-data fender tipe SCN 1400 E 1.7 sebagai berikut:

Energi fender = 1223 kN.m

Reaksi fender = 1690 kN

Berat fender = 606 kg

Berat frontlapad = $2,5 \times 4 \times 300$ (Medium Duty Panel

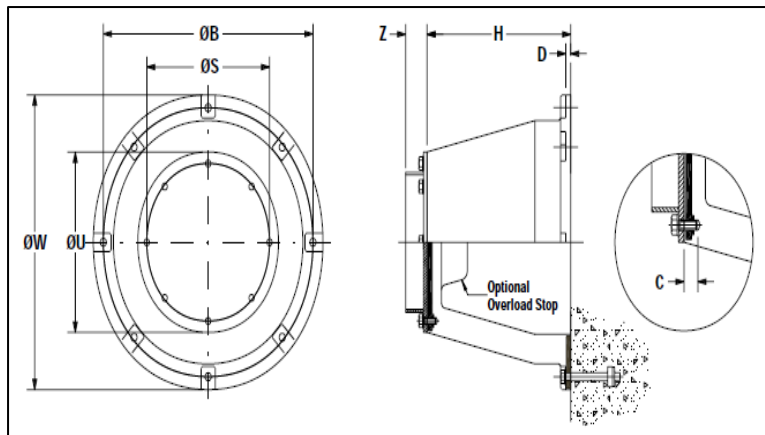
Trelleborg) = 3000 kg

Defleksi = 72%

Diameter = $2,24 \text{ m}$

		E0.9	E1.0	E1.1	E1.2	E1.3	E1.4	E1.5	E1.6	E1.7	E1.8	E1.9	E2.0
SCN 1300	E_r	743	825	847	869	891	913	935	957	979	1001	1023	1045
	R_r	1103	1225	1258	1291	1324	1357	1390	1423	1456	1489	1522	1555
SCN 1400	E_r	927	1030	1058	1085	1113	1140	1168	1195	1223	1250	1278	1305
	R_r	1278	1420	1459	1497	1536	1574	1613	1651	1690	1728	1767	1805
SCN 1600	E_r	1382	1535	1577	1618	1660	1701	1743	1784	1826	1867	1909	1950
	R_r	1670	1855	1905	1955	2005	2055	2105	2155	2205	2255	2305	2355
SCN 1800	E_r	1967	2185	2244	2303	2362	2421	2480	2539	2598	2657	2716	2775
	R_r	2115	2350	2413	2476	2539	2602	2665	2728	2791	2854	2917	2980
SCN 2000	E_r	2700	3000	3080	3160	3240	3320	3400	3480	3560	3640	3720	3800
	R_r	2610	2900	2978	3056	3134	3212	3290	3368	3446	3524	3602	3680

	H	ØW	V	ØU	C	D	ØB	ØS	Anchors/ Head bolts	Z _{min}	Weight
SCN 1300	1300	2080	-	1275	65-90	50-58	1900	1100	8 × M48	195	2455
SCN 1400	1400	2240	2180	1370	65-90	60-70	2040	1195	8 × M48	210	3105
SCN 1600	1600	2560	2390	1570	65-90	70-80	2335	1365	8 × M48	240	4645
SCN 1800	1800	2880	2700	1765	75-100	70-80	2625	1540	10 × M56	270	6618
SCN 2000	2000	3200	-	1955	80-105	90-105	2920	1710	10 × M56	300	9560



Gambar 5. 11 Spesifikasi Fender

5.6.2 Perencanaan Breasting Dolphin

Pada struktur breasting dolphin diperlukan konfigurasi yang sesuai dengan gaya-gaya yang akan bekerja, supaya menghasilkan kinerja maksimal pada struktur. Dalam tugas akhir ini, breasting dolphin direncanakan dengan konfigurasi sebagai berikut :

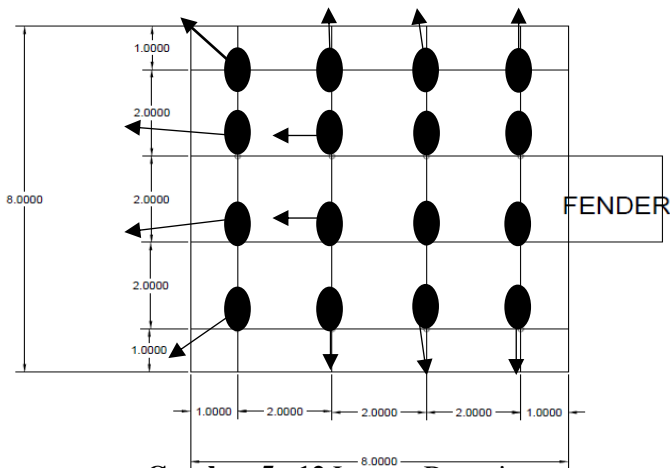
Jenis : Poer dengan 16 tiang

Bentuk : Persegi, dengan dimensi 8 x 8 m

Tebal : 2m

Kemiringan: 1:6

Layout breasting dolphin dapat dilihat pada Gambar 5.11 dan tampak samping struktur dapat dilihat pada Gambar 5.12.

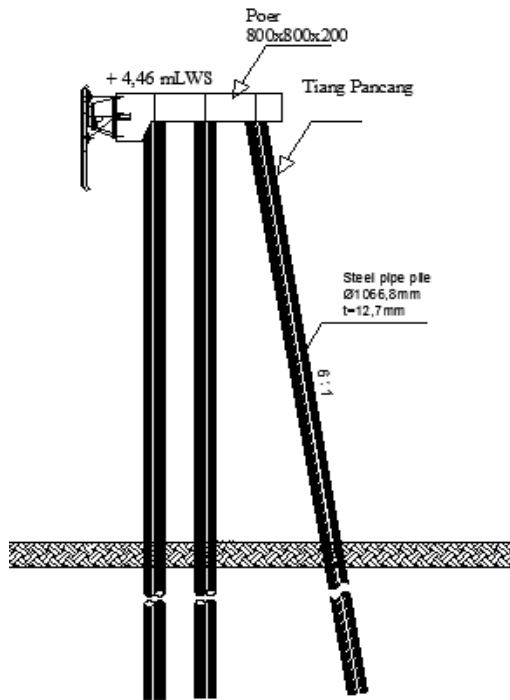


Gambar 5. 12 Layout Breasting

Keterangan:

Gambar tiang yang terdapat panah merupakan tiang pancang miring. Terdapat 10 tiang pancang miring yang untuk melawan gaya horizontal

Untuk yang tidak memiliki panah merupakan tiang pancang tegak. Terdapat 4 tiang pancang tegak dan 2 tiang pancang di depan bagian sisi kanan dan kiri termasuk tiang pancang miring kearah vertikal gaya horizontal



Gambar 5. 13 Tampak Samping Struktur Breasting

Pembebanan Struktur

- Beban mati poer diambil sebesar 2.9 t/m^3 dari berat jenis beton bertulang.
- Beban mati lainnya akibat catwalk dan berat fender sebesar 18.9 ton
- Beban hidup akibat air hujan dan beban pipa minyak sebesar 3.05 ton/m^2

Karena menggunakan tiang pancang miring. Sehingga, beban vertikal dianggap tidak berpengaruh.



Gambar 5. 14 Sket Tiang Pancang Miring

Pada perencanaan tiang pancang terdapat 2 tiang, yaitu tiang cabut dan tiang tekan seperti pada Gambar 5.13. Dengan kemiringan 1 :6 maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{friction Tiang pancang cabut}} &= P_{\text{horizontal}} \times 6 \\
 &= 169 \text{ ton} \times 6 \\
 &= 1014 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Qijin pada 1 tiang pancang cabut = 1014 / jumlah tiang pancang cabut

$$\begin{aligned}
 &= 1014 / 10 \\
 &= 101.4 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Minimal Pallowable group cabut = 101.4 ton / 0.9

$$= 112.67 \text{ ton}$$

jadi tiang pancang cabut dipancang sampai kedalaman 30.5 dengan $q_{rsi}/3 = 113.76 \text{ ton}$ (Lihat Tabel Daya Dukung 5.8)

$$\begin{aligned} \text{Qult Tiang pancang tekan} &= \sqrt{37} P \\ &= \sqrt{37} * 169 \text{ ton} \\ &= 1027.99 \text{ ton} \end{aligned}$$

Qijin pada 1 tiang pancang tekan = $1027.99 / \text{jumlah tiang pancang cabut}$

$$\begin{aligned} &= 1027.99 / 10 \\ &= 102.799 \text{ ton} \end{aligned}$$

Minimal Pallowable in group tarik = $102.799 \text{ ton} / 0.9$

$$= 114.22 \text{ ton}$$

jadi tiang pancang dipancang sampai kedalaman 21 m dengan $q_{rsi}/3 = 115.37 \text{ ton}$ (Lihat Tabel Daya Dukung 5.8)

dimana :

efisiensi = 0.9

Phorizontal = gaya tumbukan kapal dari Energi fender

Tipe tiang pancang yang direncanakan pada perencanaan ini adalah tiang pancang bulat berongga dari PT Wijaya Karya dengan spesifikasi:

Diameter : 800 mm

Tebal : 100 mm

Kelas : A1

Momen Lentur : Retak = 40 tonm

Batas = 60 tonm

Gaya Aksial : 415 ton

Mutu Beton : 50 MPa

Q ijin cabut < 0.5 Gaya Aksial

$112.67 < 0.5 \times 415 \text{ ton}$

$112.67 < 207.5 \text{ ton}$

Dengan itu, menunjukkan kontrol bahan oke.

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION										
Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)										
Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross section (cm^2)	Section Inertia (cm^4)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack *	Ultimate (ton.m)			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
500	90	1,159.25	255,324.30	290	C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
					A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
600	100	1,570.80	510,508.81	393	B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6 - 19
					A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6 - 20
					A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6 - 20
1000 ***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	130.00	368.17	290.32	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6 - 22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6 - 23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6 - 24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6 - 24
					C	120.00	240.00	555.23	385.70	6 - 24
					A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6 - 24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6 - 24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6 - 24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6 - 24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6 - 24

Tabel 5. 5 Spesifikasi Tiang Pancang

Tabel 5. 6 Daya Dukung Tiang Pancang

N (blow /ft)	L/P	N _{stand} 15+...	N _{stand} 0.6 N	N _{stand}	γ _{sat} (t/m ³)	γ' (t/m ³)	po (ton/m ²)	N _{corr}	2N	N _{corr}	N _{rand} ujung	Q _{ujung} (ton)	f _{si} (ton/m ²)	R _{si} (ton)	Σ R _{si} (ton)	Q _{ult} = Q _{ujung} + Σ R _{si}	Q _{ijin} = Q _{ult} /SF SF=3 : (ton)	R _{si} /3
8	L	8.000	8.000	8	1.644	0.644	0.322	28.349	16	16.00	16.00	321.70	8.00	10.05	10.05	331.75		3.351032
8	L	8.000	8.000	8	1.644	0.644	0.644	25.445	16	16.00	13.00	261.38	8.00	10.05	20.11	281.49		6.702064
8	L	8.000	8.000	8	1.644	0.644	0.966	23.081	16	16.00	11.20	225.19	8.00	10.05	30.16	255.35	85.12	10.0531
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	1.166	5.456	4	4.00	10.00	201.06	2.00	2.51	32.67	233.73	77.91	10.89085
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	1.366	5.173	4	4.00	9.14	183.83	2.00	2.51	35.19	219.01	73.00	11.72861
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	1.566	4.919	4	4.00	7.43	149.36	2.00	2.51	37.70	187.06	62.35	12.56637
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	1.766	4.688	4	4.00	5.71	114.89	2.00	2.51	40.21	155.10	51.70	13.40413
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	1.966	4.478	4	4.00	4.00	80.42	2.00	2.51	42.73	123.15	41.05	14.24189
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	2.166	4.286	4	4.00	3.99	80.28	2.00	2.51	45.24	125.51	41.84	15.07964
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	2.366	4.110	4	4.00	3.96	79.69	2.00	2.51	47.75	127.45	42.48	15.9174
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	2.566	3.948	4	3.95	3.91	78.72	1.97	2.48	50.23	128.95	42.98	16.74425
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	2.766	3.798	4	3.80	3.85	77.36	1.90	2.39	52.62	129.98	43.33	17.53969
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	2.966	3.659	4	3.66	3.76	75.67	1.83	2.30	54.92	130.59	43.53	18.30602
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	3.166	3.530	4	3.53	3.89	78.27	1.76	2.22	57.14	135.40	45.13	19.04531
2	L	2.000	2.000	2	1.4	0.4	3.366	3.409	4	3.41	3.99	80.32	1.70	2.14	59.28	139.59	46.53	19.75939
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	3.616	4.905	6	4.91	4.08	82.00	2.45	3.08	62.36	144.36	48.12	20.78672
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	3.866	4.713	6	4.71	4.16	83.64	2.36	2.96	65.32	148.96	49.65	21.77371
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	4.116	4.534	6	4.53	4.24	85.24	2.27	2.85	68.17	153.41	51.14	22.72341
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	4.366	4.369	6	4.37	4.32	86.80	2.18	2.75	70.92	157.72	52.57	23.63853
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	4.616	4.216	6	4.22	4.39	88.32	2.11	2.65	73.56	161.89	53.96	24.52149
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	4.866	4.073	6	4.07	4.24	85.19	2.04	2.56	76.12	161.31	53.77	25.37449
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	5.116	3.939	6	3.94	4.26	85.72	1.97	2.47	78.60	164.32	54.77	26.19949
3	L	3.000	3.000	3	1.5	0.5	5.366	3.814	6	3.81	4.29	86.27	1.91	2.40	80.99	167.26	55.75	26.99827
4	L	4.000	4.000	4	1.6	0.6	5.666	4.898	8	4.90	4.32	86.82	2.45	3.08	84.07	170.90	56.97	28.02418
4	L	4.000	4.000	4	1.6	0.6	5.966	4.725	8	4.72	4.35	87.39	2.36	2.97	87.04	174.43	58.14	29.01373
4	L	4.000	4.000	4	1.6	0.6	6.266	4.563	8	4.56	4.83	97.16	2.28	2.87	89.91	187.06	62.35	29.96942
4	L	4.000	4.000	4	1.6	0.6	6.566	4.412	8	4.41	5.30	106.64	2.21	2.77	92.68	199.32	66.44	30.89349
7	L	7.000	7.000	7	1.6	0.6	6.866	7.474	14	7.47	5.76	115.86	3.74	4.70	97.38	213.24	71.08	32.4588
7	L	7.000	7.000	7	1.6	0.6	7.166	7.242	14	7.24	6.06	121.77	3.62	4.55	101.93	223.69	74.56	33.97554
7	L	7.000	7.000	7	1.6	0.6	7.466	7.024	14	7.02	7.49	150.57	3.51	4.41	106.34	256.91	85.64	35.44662
7	L	7.000	7.000	7	1.6	0.6	7.766	6.954	14	6.95	8.92	179.43	3.48	4.37	110.71	290.14	96.71	36.90301
15	P	15.000	15.000	15	1.8	0.8	8.166	14.754	30	14.75	10.36	208.32	2.95	3.71	114.42	322.74	107.58	38.13907
15	P	15.000	15.000	15	1.8	0.8	8.566	14.611	30	14.61	11.34	228.02	2.92	3.67	118.09	346.11	115.37	39.36308

15	P	15.000	15.000	15	1.8	0.8	8.966	14.470	30	14.47	11.93	239.87	2.89	3.64	121.73	361.59	120.53	40.57529
15	P	15.000	15.000	15	1.8	0.8	9.366	14.331	30	14.33	12.54	252.06	2.87	3.60	125.33	377.39	125.80	41.77592
12	L	12.000	12.000	12	1.73	0.73	9.731	11.366	24	11.37	13.14	264.18	5.68	7.14	132.47	396.65	132.22	44.15642
12	L	12.000	12.000	12	1.73	0.73	10.096	11.269	24	11.27	12.61	253.62	5.63	7.08	139.55	393.17	131.06	46.51653
12	L	12.000	12.000	12	1.73	0.73	10.461	11.173	24	11.17	14.24	286.34	5.59	7.02	146.57	432.91	144.30	48.85658
12	L	12.000	12.000	12	1.73	0.73	10.826	11.079	24	11.08	14.12	283.94	5.54	6.96	153.53	437.47	145.82	51.17692
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	11.191	17.395	38	17.39	13.81	277.58	8.70	10.93	164.46	442.04	147.35	54.82009
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	11.556	17.251	38	17.25	14.17	284.97	8.63	10.84	175.30	460.27	153.42	58.43309
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	11.921	17.109	38	17.11	14.34	288.32	8.55	10.75	186.05	474.37	158.12	62.01639
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	12.286	16.970	38	16.97	15.18	305.16	8.48	10.66	196.71	501.88	167.29	65.57049
15	L	15.000	15.000	15	1.8	0.8	12.686	13.278	30	13.28	15.35	308.70	6.64	8.34	205.05	513.75	171.25	68.35153
15	L	15.000	15.000	15	1.8	0.8	13.086	13.162	30	13.16	15.21	305.91	6.58	8.27	213.32	519.23	173.08	71.10816
15	L	15.000	15.000	15	1.8	0.8	13.486	13.047	30	13.05	14.68	295.15	6.52	8.20	221.52	516.67	172.22	73.84081
15	L	15.000	15.000	15	1.8	0.8	13.886	12.935	30	12.93	14.53	292.10	6.47	8.13	229.65	521.75	173.92	76.54989
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	14.251	16.256	38	16.26	13.98	281.14	8.13	10.21	239.86	521.00	173.67	79.95461
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	14.616	16.130	38	16.13	14.77	297.06	8.07	10.14	250.00	547.06	182.35	83.33296
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	14.981	16.006	38	16.01	14.55	292.60	8.00	10.06	260.06	552.66	184.22	86.68533
19	L	19.000	19.000	19	1.73	0.73	15.346	15.884	38	15.88	14.33	288.20	7.94	9.98	270.04	558.24	186.08	90.01213
14	L	14.000	14.000	14	1.78	0.78	15.736	11.610	28	11.61	14.12	283.87	5.80	7.29	277.33	561.20	187.07	92.44363
14	L	14.000	14.000	14	1.78	0.78	16.126	11.516	28	11.52	13.42	269.73	5.76	7.24	284.57	554.30	184.77	94.85564
14	L	14.000	14.000	14	1.78	0.78	16.516	11.425	28	11.42	13.06	262.68	5.71	7.18	291.75	554.42	184.81	97.24845
14	L	14.000	14.000	14	1.78	0.78	16.906	11.335	28	11.33	12.72	255.73	5.67	7.12	298.87	554.60	184.87	99.62238
17	L	17.000	17.000	17	1.64	0.64	17.226	13.675	34	13.67	12.38	248.88	6.84	8.59	307.46	556.34	185.45	102.4864
17	L	17.000	17.000	17	1.64	0.64	17.546	13.587	34	13.59	12.64	254.07	6.79	8.54	316.00	570.07	190.02	105.3322
17	L	17.000	17.000	17	1.64	0.64	17.866	13.501	34	13.50	12.90	259.29	6.75	8.48	324.48	583.77	194.59	108.1599
17	L	17.000	17.000	17	1.64	0.64	18.186	13.416	34	13.42	13.14	264.22	6.71	8.43	332.91	597.12	199.04	110.9697
17.0	L	17.000	17.000	17	1.64	0.64	18.506	13.332	34	13.33	13.50	271.48	6.67	8.38	341.29	612.76	204.25	113.7619

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Perencanaan jalan akses bagian yang ditimbun 13.5 meter dengan H_{final} 6.5 m, didapatkan $H_{initial}$ 9.5 m dengan S_c sebesar 3.0 m
2. Penimbunan menggunakan PVD penuh selama 19 minggu baru mencapai 90% dengan tinggi timbunan 9.5 m.
3. Perencanaan dinding penahan tanah dipasang di sisi kanan kiri timbunan sedalam 23.88 m dari permukaan, dipasang juga angkur 1 m diatas muka air untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada timbunan. Jenis perkuatan lereng yang digunakan adalah turap beton (sheet pile) *Corrugated Type W-600 A1000* dengan section modulus 25530 cm³.
4. Pondasi tiang pancang konstruksi breasting dolphin direncanakan menggunakan tiang pancang miring dipasang di kedalaman 31 m. Dengan menggunakan tiang pancang bulat berongga diameter 800 mm.

6.2 Saran

Setelah dilakukan analisis dari hasil perencanaan yang telah dilakukan, beberapa hal perlu diperhatikan yaitu:

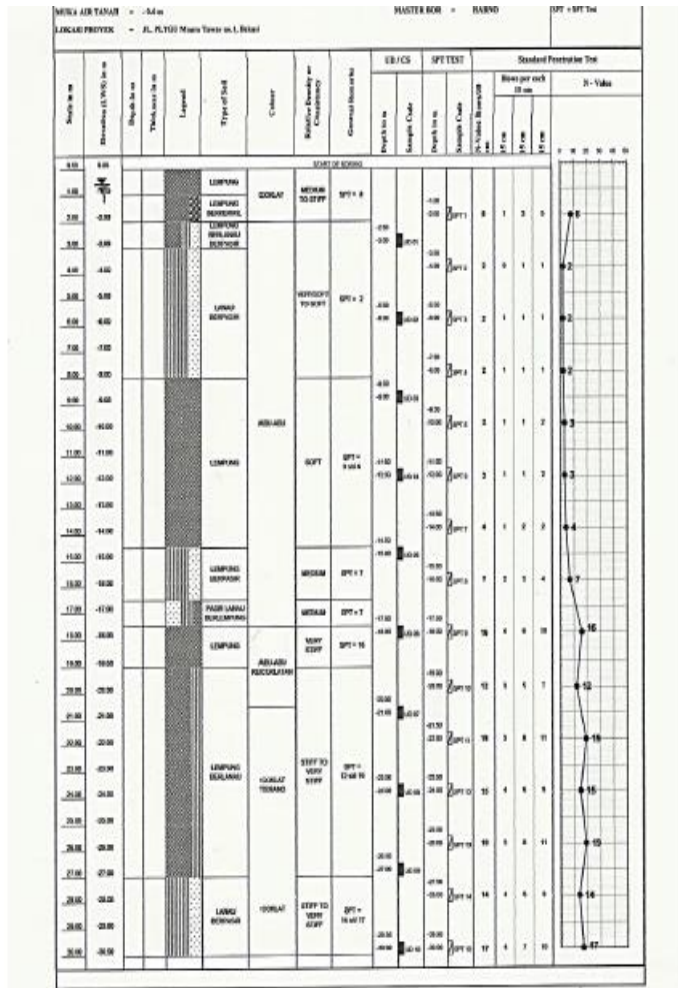
1. Perencanaan perkuatan lereng timbunan dengan jenis konstruksi lain seperti soldier pile atau retaining wall dikombinasi dengan tiang pancang perlu dipertimbangkan sebagai alternative perencanaan untuk menghindari pemasangan turap yang terlalu dalam.
2. Modifikasi jumlah tiang pancang miring dan tegak guna mendapatkan gaya yang sesuai dan lebih aman untuk kestabilan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 1**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 2**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.
- Mochtar, Noor Endah. 2012. **Modul Ajar Metode Perbaikan Tanah**. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS
- Wahyudi, Herman 1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam**.
Surabaya: ITS Press.
- Das, Braja M. 1990. **Principles of Foundation Engineering**.
Boston: PWS-KENT
- Bowles, J.E. 1997. **Foundation Analysis and Design International Fifth Edition**. The McGraw-Hill Companies
- Das, Braja M. dan Sobhan, K. 2010. **Principles of Geotechnical Engineering Eighth Edition, SI**. USA: Cengage Learning

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1. Data *Drilling Log*



Catan : kedalaman dasar laut intake canal = - 5.00 meter.

Lampiran 2. Tabel Biarez

Sumber: **BIAREZ**

NO	γ sat	w sat	n	e	γ dry	k	Cv
	t/m ³	%			t/m ³	cm/s	cm ² /s
1	1.31	163.0	0.8	4.4	0.5	1.00E-09	1.00E-05
2	1.32	158.23	0.80	4.27	0.51	1.69E-09	1.69E-05
3	1.33	153.46	0.79	4.14	0.53	2.38E-09	2.38E-05
4	1.34	148.69	0.79	4.01	0.54	3.08E-09	3.08E-05
5	1.35	143.91	0.79	3.89	0.56	3.77E-09	3.77E-05
6	1.36	139.14	0.79	3.76	0.57	4.46E-09	4.46E-05
7	1.37	134.37	0.78	3.63	0.59	5.15E-09	5.15E-05
8	1.38	129.6	0.78	3.5	0.6	5.85E-09	5.85E-05
9	1.39	125.63	0.77	3.39	0.62	6.54E-09	6.54E-05
10	1.40	121.67	0.77	3.29	0.63	7.23E-09	7.23E-05
11	1.41	117.70	0.76	3.18	0.65	7.92E-09	7.92E-05
12	1.42	113.73	0.75	3.07	0.67	8.62E-09	8.62E-05
13	1.43	109.77	0.75	2.97	0.68	9.31E-09	9.31E-05
14	1.44	105.8	0.74	2.86	0.7	1.00E-08	1.00E-04
15	1.45	102.83	0.73	2.78	0.72	1.69E-08	1.17E-04
16	1.46	99.87	0.73	2.70	0.73	2.38E-08	1.33E-04
17	1.47	96.90	0.72	2.62	0.75	3.08E-08	1.50E-04
18	1.48	93.93	0.71	2.54	0.77	3.77E-08	1.67E-04
19	1.49	90.97	0.71	2.46	0.78	4.46E-08	1.83E-04
20	1.50	88	0.7	2.38	0.8	5.15E-08	2.00E-04
21	1.51	86.01	0.70	2.33	0.81	5.85E-08	2.14E-04
22	1.52	84.03	0.69	2.27	0.83	6.54E-08	2.29E-04
23	1.53	82.04	0.69	2.22	0.84	7.23E-08	2.43E-04
24	1.54	80.06	0.68	2.16	0.86	7.92E-08	2.57E-04
25	1.55	78.07	0.68	2.11	0.87	8.62E-08	2.71E-04
26	1.56	76.09	0.67	2.05	0.89	9.31E-08	2.86E-04
27	1.57	74.1	0.67	2	0.9	1.00E-07	3.00E-04
28	1.58	72.25	0.66	1.95	0.92	2.50E-07	3.3E-04
29	1.59	70.40	0.66	1.90	0.93	4.00E-07	3.7E-04
30	1.60	68.35	0.65	1.85	0.95	5.50E-07	4.00E-04
31	1.61	66.70	0.64	1.80	0.97	7.00E-07	4.3E-04
32	1.62	64.85	0.64	1.75	0.98	8.50E-07	4.7E-04
33	1.63	63	0.63	1.7	1	1.00E-06	5.00E-04
34	1.64	61.48	0.62	1.66	1.02	1.17E-06	5.17E-04
35	1.65	59.97	0.62	1.62	1.03	1.33E-06	5.33E-04
36	1.66	58.45	0.61	1.58	1.05	1.50E-06	5.50E-04
37	1.67	56.93	0.60	1.53	1.07	1.67E-06	5.67E-04
38	1.68	55.42	0.60	1.49	1.08	1.83E-06	5.83E-04
39	1.69	53.9	0.59	1.45	1.1	2.00E-06	6.00E-04
40	1.70	52.81	0.59	1.42	1.11	2.14E-06	6.14E-04
41	1.71	51.73	0.58	1.39	1.13	2.29E-06	6.29E-04
42	1.72	50.64	0.58	1.36	1.14	2.43E-06	6.43E-04
43	1.73	49.56	0.57	1.34	1.16	2.57E-06	6.57E-04
44	1.74	48.47	0.57	1.31	1.17	2.71E-06	6.71E-04
45	1.75	47.39	0.56	1.28	1.19	2.86E-06	6.86E-04
46	1.76	46.3	0.56	1.25	1.2	3.00E-06	7.00E-04
47	1.77	45.23	0.55	1.22	1.22	3.17E-06	7.17E-04
48	1.78	44.17	0.55	1.19	1.23	3.33E-06	7.33E-04
49	1.79	43.10	0.54	1.17	1.25	3.50E-06	7.50E-04
50	1.80	42.03	0.53	1.14	1.27	3.67E-06	7.67E-04
51	1.81	40.97	0.53	1.11	1.28	3.83E-06	7.83E-04

biarez

NO	γ sat	w sat	n	e	γ dry	k	Cv
	t/m ³	%			t/m ³	cm/s	cm ² /s
52	1.82	39.9	0.52	1.08	1.3	4.00E-06	8.00E-04
53	1.83	38.98	0.51	1.06	1.32	4.17E-06	8.17E-04
54	1.84	38.07	0.51	1.03	1.33	4.33E-06	8.33E-04
55	1.85	37.15	0.50	1.01	1.35	4.50E-06	8.50E-04
56	1.86	36.23	0.49	0.98	1.37	4.67E-06	8.67E-04
57	1.87	35.32	0.49	0.96	1.38	4.83E-06	8.83E-04
58	1.88	34.4	0.48	0.93	1.4	5.00E-06	9.00E-04
59	1.89	33.60	0.47	0.91	1.42	5.17E-06	9.17E-04
60	1.90	32.80	0.47	0.89	1.43	5.33E-06	9.33E-04
61	1.91	32.00	0.46	0.87	1.45	5.50E-06	9.50E-04
62	1.92	31.20	0.45	0.84	1.47	5.67E-06	9.67E-04
63	1.93	30.40	0.45	0.82	1.48	5.83E-06	9.83E-04
64	1.94	29.6	0.44	0.8	1.5	6.00E-06	1.00E-03
65	1.95	29.01	0.44	0.78	1.51	6.14E-06	1.47E-03
66	1.96	28.43	0.43	0.77	1.53	6.29E-06	1.95E-03
67	1.97	27.84	0.43	0.75	1.54	6.43E-06	2.42E-03
68	1.98	27.26	0.42	0.74	1.56	6.57E-06	2.89E-03
69	1.99	26.67	0.42	0.72	1.57	6.71E-06	3.37E-03
70	2.00	26.09	0.41	0.71	1.59	6.86E-06	3.84E-03
71	2.01	25.5	0.41	0.69	1.6	7.00E-06	4.32E-03
72	2.02	24.88	0.40	0.67	1.62	7.17E-06	4.79E-03
73	2.03	24.27	0.40	0.66	1.63	7.33E-06	5.26E-03
74	2.04	23.65	0.39	0.64	1.65	7.50E-06	5.74E-03
75	2.05	23.03	0.38	0.62	1.67	7.67E-06	6.21E-03
76	2.06	22.42	0.38	0.61	1.68	7.83E-06	6.68E-03
77	2.07	21.8	0.37	0.59	1.7	8.00E-06	7.16E-03
78	2.08	21.25	0.36	0.58	1.72	8.17E-06	7.63E-03
79	2.09	20.70	0.36	0.56	1.73	8.33E-06	8.11E-03
80	2.10	20.15	0.35	0.55	1.75	8.50E-06	8.58E-03
81	2.11	19.60	0.34	0.53	1.77	8.67E-06	9.05E-03
82	2.12	19.05	0.34	0.52	1.78	8.83E-06	9.53E-03
83	2.13	18.5	0.33	0.5	1.8	9.00E-06	1.00E-02
84	2.14	18.09	0.33	0.49	1.81	9.14E-06	1.90E-02
85	2.15	17.67	0.32	0.48	1.83	9.29E-06	2.80E-02
86	2.16	17.26	0.32	0.47	1.84	9.43E-06	3.70E-02
87	2.17	16.84	0.31	0.45	1.86	9.57E-06	4.60E-02
88	2.18	16.43	0.31	0.44	1.87	9.71E-06	5.50E-02
89	2.19	16.01	0.30	0.43	1.89	9.86E-06	6.40E-02
90	2.20	15.6	0.3	0.42	1.9	1.00E-05	7.30E-02
91	2.21	15.17	0.29	0.41	1.92	4.0E-05	8.20E-02
92	2.22	14.73	0.29	0.40	1.93	7.0E-05	9.10E-02
93	2.23	14.30	0.28	0.39	1.95	1.00E-04	1.00E-01
94	2.24	13.87	0.27	0.37	1.97	4.0E-04	
95	2.25	13.43	0.27	0.36	1.98	7.0E-04	
96	2.26	13	0.26	0.35	2	1.00E-03	
97	2.27	12.60	0.25	0.34	2.02	2.50E-03	
98	2.28	12.20	0.25	0.33	2.03	4.00E-03	
99	2.29	11.80	0.24	0.32	2.05	5.50E-03	
100	2.30	11.40	0.23	0.31	2.07	7.00E-03	
101	2.31	11.00	0.23	0.30	2.08	8.50E-03	

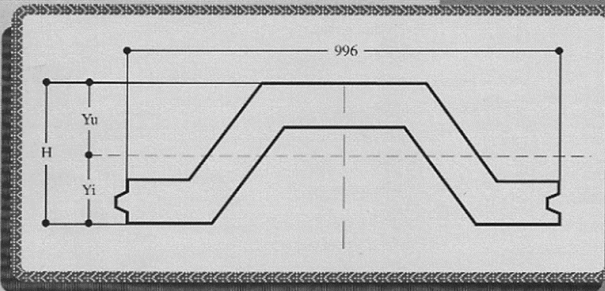
NO	γ sat	w sat	n	e	γ dry	k	Cv
	t/m ³	%			t/m ³	cm/s	cm ² /s
102	2.32	10.6	0.22	0.29	2.1	1.00E-02	
103	2.33	10.29	0.22	0.28	2.11	2.29E-02	
104	2.34	9.97	0.21	0.27	2.13	3.57E-02	
105	2.35	9.66	0.21	0.26	2.14	4.86E-02	
106	2.36	9.34	0.20	0.26	2.16	6.14E-02	
107	2.37	9.03	0.20	0.25	2.17	7.43E-02	
108	2.38	8.71	0.19	0.24	2.19	8.71E-02	
109	2.39	8.4	0.19	0.23	2.2	1.00E-01	
110	2.40	8.07	0.18	0.22	2.22		
111	2.41	7.73	0.18	0.21	2.23		
112	2.42	7.40	0.17	0.20	2.25		
113	2.43	7.07	0.16	0.19	2.27		
114	2.44	6.73	0.16	0.18	2.28		
115	2.45	6.4	0.15	0.17	2.3		
116	2.46	6.11	0.14	0.16	2.32		
117	2.47	5.81	0.14	0.16	2.33		
118	2.48	5.52	0.13	0.15	2.35		
119	2.49	5.22	0.12	0.14	2.37		
120	2.50	4.93	0.12	0.14	2.38		
121	2.51	4.63	0.11	0.13	2.4		
122	2.52	4.35	0.10	0.12	2.42		
123	2.53	4.07	0.10	0.11	2.43		
124	2.54	3.80	0.09	0.11	2.45		
125	2.55	3.52	0.09	0.10	2.47		
126	2.56	3.24	0.08	0.09	2.48		
127	2.57	2.96	0.074	0.08	2.5		
128	2.58	2.74	0.07	0.07	2.51		
129	2.59	2.52	0.06	0.07	2.53		
130	2.60	2.30	0.06	0.06	2.54		
131	2.61	2.08	0.05	0.06	2.56		
132	2.62	1.86	0.05	0.05	2.57		
133	2.63	1.64	0.04	0.04	2.59		
134	2.64	1.42	0.037	0.038	2.6		
135	2.65	1.18	0.03	0.03	2.62		
136	2.66	0.95	0.02	0.03	2.63		
137	2.67	0.71	0.02	0.02	2.65		
138	2.68	0.47	0.01	0.01	2.67		
139	2.69	0.24	0.01	0.01	2.68		
40	2.70	0	0	0	2.7		

Lampiran 4. Spesifikasi Sheet Pile

CORRUGATED TYPE

CROSS SECTION CHARACTERISTIC

TYPE	Height	Cross Section	Distance from Neutral Axis		Moment of Inertia	Section Modulus		
	H (cm)	A (cm ²)	Y _u (cm)	Y _l (cm)	I (cm ⁴)	Z _u (cm ³)	Z _l (cm ³)	
W-325 A	1000	32.5	1315	16.2	-16.2	134261	8262	-8262
W-350 A	1000	35	1468	17.5	-17.5	169432	9682	-9682
W-400 A	1000	40	1598	20	-20	248685	12434	-12434
W-450 A	1000	45	1835	22.5	-22.5	353354	15705	-15705
W-500 A	1000	50	1818	25	-25	462362	18494	-18494
W-600 A	1000	60	2078	30	-30	765907	25530	-25530



Lampiran 5. Spesifikasi Tiang Pancang

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm²)

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm ²)	Section Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack *	Ultimate			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6 - 19
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
					A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6 - 20
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6 - 20
					A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6 - 24
1000 ***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6 - 22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6 - 23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6 - 24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6 - 24
					C	120.00	240.00	555.23	385.70	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6 - 24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6 - 24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6 - 24
					B	170.00	306.00	751.90	409.60	6 - 24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6 - 24

Lampiran 6. Data Tanah

DEPTH	Nspt	Deskripsi tanah	LL	PI	eo	γ	γ	Cu	Cc	Cs	Cv	Cu	Cu	C'
m	m					kN/m ³	ton/m ³	(ton/m ²)				(kN/m ²)	t/m ²	(ton/m ²)
2	8	LEMPUNG (MEDIUM STIFF)	45	30	1.66	16.44	1.644	0.48	0.498228	0.099646	0.000517	48	4.8	0.32
4	2	LEMPUNG (VERY SOFT)	65	49	3.29	14	1.4	0.12	1.667133	0.333427	0.000723	12	1.2	0.08
6	2	LANAU BERPASIR (VERY SOFT)	65	49	3.29	14	1.4	0.12	1.667133	0.333427	0.000723	12	1.2	0.08
8	2	LANAU BERPASIR (VERY SOFT)	65	49	3.29	14	1.4	0.12	1.667133	0.333427	0.000723	12	1.2	0.08
10	3	LEMPUNG (SOFT)	63	48	2.38	15	1.5	0.18	0.984372	0.196874	0.0002	18	1.8	0.12
12	3	LEMPUNG (SOFT)	63	48	2.38	15	1.5	0.18	0.984372	0.196874	0.0002	18	1.8	0.12
14	4	LEMPUNG (SOFT)	63	48	1.85	16	1.6	0.24	0.692925	0.138585	0.0004	24	2.4	0.16
16	7	LEMPUNG PASIR (MEDIUM)	45	30	1.85	16	1.6	0.42	0.584925	0.116985	0.0004	42	4.2	0.28
18	15	PASIR LEMPUNG (MEDIUM)	45	30	1.14	18	1.8	0.9	0.308948	0.06179	0.000767	90	9	0.6
20	12	LEMPUNG (STIFF)	45	30	1.34	17.3	1.73	0.72	0.373428	0.074686	0.000657	72	7.2	0.48
22	19	LEMPUNG LANAU (STIFF)	45	30	1.34	17.3	1.73	1.14	0.373428	0.074686	0.000657	114	11.4	0.76
24	15	LEMPUNG LANAU (STIFF)	45	30	1.14	18	1.8	0.9	0.308948	0.06179	0.000767	90	9	0.6
26	19	LEMPUNG LANAU (STIFF)	45	30	1.34	17.3	1.73	1.14	0.373428	0.074686	0.000657	114	11.4	0.76
28	14	LANAU BERPASIR (STIFF)	45	30	1.22	17.7	1.77	0.84	0.333492	0.066698	0.000717	84	8.4	0.56
30	17	LANAU BERPASIR (STIFF)	45	30	1.66	16.4	1.64	1.02	0.498228	0.099646	0.000517	102	10.2	0.68

Lampiran 7. PVD Segitiga dan Segiempat

s	0.8	m			s	0.9	m			s	1	m		
t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata	t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata	t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata
1	6.91271E-05	0.009382	0.12686907	13.50605	1	6.91271E-05	0.009382	0.095992253	10.447334	1	6.91271E-05	0.009382	0.074728	8.340893
2	0.000138254	0.013268	0.23764239	24.77571	2	0.000138254	0.013268	0.182769993	19.361272	2	0.000138254	0.013268	0.143872	15.52312
3	0.000207381	0.016249	0.33436199	34.51783	3	0.000207381	0.016249	0.261217742	27.322258	3	0.000207381	0.016249	0.207849	22.07214
4	0.000276508	0.018763	0.41881087	42.97159	4	0.000276508	0.018763	0.332135116	34.466646	4	0.000276508	0.018763	0.267046	28.07982
5	0.000345635	0.020978	0.4925458	50.31912	5	0.000345635	0.020978	0.39624497	40.891055	5	0.000345635	0.020978	0.321818	33.60449
6	0.000414763	0.02298	0.55692604	56.7108	6	0.000414763	0.02298	0.454200776	46.674338	6	0.000414763	0.02298	0.372497	38.69176
7	0.00048389	0.024822	0.61313843	62.27409	7	0.00048389	0.024822	0.506593273	51.884037	7	0.00048389	0.024822	0.41939	43.38013
8	0.000553017	0.026535	0.6622192	67.11823	8	0.000553017	0.026535	0.553956496	56.57924	8	0.000553017	0.026535	0.462778	47.70331
9	0.000622144	0.028145	0.70507313	71.33738	9	0.000622144	0.028145	0.596773217	60.812201	9	0.000622144	0.028145	0.502923	51.69136
10	0.000691271	0.029667	0.74249023	75.01299	10	0.000691271	0.029667	0.635479864	64.629422	10	0.000691271	0.029667	0.540069	55.37141
11	0.000760398	0.031115	0.77516026	78.21562	11	0.000760398	0.031115	0.670470973	68.07244	11	0.000760398	0.031115	0.574439	58.76805
12	0.000829525	0.032499	0.80368547	81.00655	12	0.000829525	0.032499	0.702103207	71.178455	12	0.000829525	0.032499	0.606241	61.90373
13	0.000898652	0.033826	0.82859171	83.43898	13	0.000898652	0.033826	0.730698991	73.980837	13	0.000898652	0.033826	0.635666	64.79895
14	0.000967779	0.035103	0.85033812	85.55917	14	0.000967779	0.035103	0.756549802	76.509561	14	0.000967779	0.035103	0.662892	67.47251
15	0.001036906	0.036335	0.86932559	87.40736	15	0.001036906	0.036335	0.779919135	78.791577	15	0.001036906	0.036335	0.688083	69.94167
16	0.001106033	0.037527	0.88590413	89.01858	16	0.001106033	0.037527	0.801045193	80.851129	16	0.001106033	0.037527	0.711392	72.22227
17	0.001175161	0.038682	0.90037937	90.42328	17	0.001175161	0.038682	0.820143313	82.710045	17	0.001175161	0.038682	0.732959	74.32889
18	0.001244288	0.039803	0.91301814	91.64803	18	0.001244288	0.039803	0.837408162	84.38798	18	0.001244288	0.039803	0.752915	76.27496
19	0.001313415	0.040894	0.92405345	92.71592	19	0.001313415	0.040894	0.853015718	85.902644	19	0.001313415	0.040894	0.771379	78.07283
20	0.001382542	0.041956	0.93368872	93.64709	20	0.001382542	0.041956	0.867125071	87.269997	20	0.001382542	0.041956	0.788464	79.73388
21	0.001451669	0.042992	0.94210157	94.45907	21	0.001451669	0.042992	0.879880035	88.504425	21	0.001451669	0.042992	0.804271	81.26862
22	0.001520796	0.044004	0.94944709	95.16716	22	0.001520796	0.044004	0.891410621	89.618897	22	0.001520796	0.044004	0.818898	82.68671
23	0.001589923	0.044993	0.95586069	95.78466	23	0.001589923	0.044993	0.90183436	90.625111	23	0.001589923	0.044993	0.832431	83.99707
24	0.00165905	0.045961	0.9614606	96.32319	24	0.00165905	0.045961	0.911257501	91.533615	24	0.00165905	0.045961	0.844953	85.20795

s	1.25			
t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata
1	6.91271E-05	0.009382	0.04395691	5.292617
2	0.000138254	0.013268	0.0859816	9.810848
3	0.000207381	0.016249	0.12615902	14.03585
4	0.000276508	0.018763	0.16457037	18.02458
5	0.000345635	0.020978	0.20129327	21.80485
6	0.000414763	0.02298	0.23640195	25.39496
7	0.00048389	0.024822	0.26996735	28.80879
8	0.000553017	0.026535	0.30205733	32.05775
9	0.000622144	0.028145	0.33273673	35.15168
10	0.000691271	0.029667	0.36206756	38.09933
11	0.000760398	0.031115	0.39010909	40.90861
12	0.000829525	0.032499	0.41691801	43.58676
13	0.000898652	0.033826	0.44254849	46.14049
14	0.000967779	0.035103	0.46705233	48.57604
15	0.001036906	0.036335	0.49047906	50.89925
16	0.001106033	0.037527	0.51287603	53.11561
17	0.001175161	0.038682	0.53428849	55.23029
18	0.001244288	0.039803	0.55475973	57.24816
19	0.001313415	0.040894	0.57433111	59.17383
20	0.001382542	0.041956	0.5930422	61.01165
21	0.001451669	0.042992	0.61093081	62.76577
22	0.001520796	0.044004	0.62803308	64.44011
23	0.001589923	0.044993	0.6443836	66.03838
24	0.00165905	0.045961	0.66001539	67.56413

s	1.5			
t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata
1	6.91271E-05	0.009382	0.028534623	3.7648571
2	0.000138254	0.013268	0.056255022	6.8776305
3	0.000207381	0.016249	0.083184429	9.8082217
4	0.000276508	0.018763	0.109345416	12.605703
5	0.000345635	0.020978	0.134759908	15.291092
6	0.000414763	0.02298	0.159449208	17.876528
7	0.00048389	0.024822	0.183434008	20.370241
8	0.000553017	0.026535	0.206734411	22.778396
9	0.000622144	0.028145	0.229369946	25.105929
10	0.000691271	0.029667	0.251359584	27.356978
11	0.000760398	0.031115	0.272721756	29.535132
12	0.000829525	0.032499	0.293474367	31.643573
13	0.000898652	0.033826	0.313634809	33.685181
14	0.000967779	0.035103	0.333219981	35.662591
15	0.001036906	0.036335	0.352246298	37.578241
16	0.001106033	0.037527	0.370729706	39.434408
17	0.001175161	0.038682	0.388685696	41.233227
18	0.001244288	0.039803	0.40612932	42.976713
19	0.001313415	0.040894	0.423075196	44.666776
20	0.001382542	0.041956	0.439537527	46.30523
21	0.001451669	0.042992	0.455530113	47.893803
22	0.001520796	0.044004	0.471066356	49.434147
23	0.001589923	0.044993	0.486159278	50.927842
24	0.00165905	0.045961	0.500821529	52.376403

s	1.75			
t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata
1	6.91271E-05	0.009382	0.019838	2.903324
2	0.000138254	0.013268	0.039282	5.202835
3	0.000207381	0.016249	0.05834	7.364181
4	0.000276508	0.018763	0.077021	9.433882
5	0.000345635	0.020978	0.09533	11.43086
6	0.000414763	0.02298	0.113277	13.36542
7	0.00048389	0.024822	0.130868	15.24408
8	0.000553017	0.026535	0.148109	17.07144
9	0.000622144	0.028145	0.165009	18.85095
10	0.000691271	0.029667	0.181573	20.58536
11	0.000760398	0.031115	0.197809	22.27693
12	0.000829525	0.032499	0.213722	23.92756
13	0.000898652	0.033826	0.22932	25.53894
14	0.000967779	0.035103	0.244609	27.11253
15	0.001036906	0.036335	0.259594	28.64967
16	0.001106033	0.037527	0.274282	30.15158
17	0.001175161	0.038682	0.288679	31.61936
18	0.001244288	0.039803	0.30279	33.05406
19	0.001313415	0.040894	0.316621	34.45665
20	0.001382542	0.041956	0.330177	35.82804
21	0.001451669	0.042992	0.343465	37.16909
22	0.001520796	0.044004	0.356489	38.48062
23	0.001589923	0.044993	0.369255	39.7634
24	0.00165905	0.045961	0.381768	41.01818

s	0.8 m				s	0.9 m				s	1 m			
t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata	t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata	t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata
1	6.91271E-05	0.009382	0.106642	11.50228	1	6.91E-05	0.009382	0.080625	8.924989	1	6.91E-05	0.009382	0.062751	7.154365
2	0.000138254	0.013268	0.201911	21.24996	2	0.000138	0.013268	0.154749	16.59634	2	0.000138	0.013268	0.121564	13.32186
3	0.000207381	0.016249	0.28702	29.86059	3	0.000207	0.016249	0.222897	23.55245	3	0.000207	0.016249	0.176686	19.00647
4	0.000276508	0.018763	0.363054	37.50049	4	0.000277	0.018763	0.285551	29.89561	4	0.000277	0.018763	0.22835	24.28285
5	0.000345635	0.020978	0.430979	44.29156	5	0.000346	0.020978	0.343153	35.69322	5	0.000346	0.020978	0.276771	29.19433
6	0.000414763	0.02298	0.49166	50.33418	6	0.000415	0.02298	0.396111	40.99884	6	0.000415	0.02298	0.322154	33.77316
7	0.00048389	0.024822	0.54587	55.71424	7	0.000484	0.024822	0.444799	45.85802	7	0.000484	0.024822	0.36469	38.04591
8	0.000553017	0.026535	0.594299	60.50647	8	0.000553	0.026535	0.489562	50.31067	8	0.000553	0.026535	0.404556	42.03562
9	0.000622144	0.028145	0.637564	64.77647	9	0.000622	0.028145	0.530716	54.3924	9	0.000622	0.028145	0.44192	45.76276
10	0.000691271	0.029667	0.676215	68.58206	10	0.000691	0.029667	0.568552	58.13518	10	0.000691	0.029667	0.47694	49.24582
11	0.000760398	0.031115	0.710744	71.9744	11	0.00076	0.031115	0.603337	61.56795	11	0.00076	0.031115	0.509763	52.50167
12	0.000829525	0.032499	0.74159	74.99885	12	0.00083	0.032499	0.635318	64.71698	12	0.00083	0.032499	0.540525	55.54579
13	0.000898652	0.033826	0.769148	77.69565	13	0.000899	0.033826	0.66472	67.60615	13	0.000899	0.033826	0.569358	58.39247
14	0.000967779	0.035103	0.793766	80.10055	14	0.000968	0.035103	0.691752	70.25725	14	0.000968	0.035103	0.596381	61.05491
15	0.001036906	0.036335	0.815759	82.24536	15	0.001037	0.036335	0.716605	72.69017	15	0.001037	0.036335	0.621708	63.54535
16	0.001106033	0.037527	0.835407	84.15836	16	0.001106	0.037527	0.739453	74.92306	16	0.001106	0.037527	0.645446	65.87516
17	0.001175161	0.038682	0.852959	85.86472	17	0.001175	0.038682	0.76046	76.97254	17	0.001175	0.038682	0.667695	68.05489
18	0.001244288	0.039803	0.86864	87.38686	18	0.001244	0.039803	0.779773	78.85382	18	0.001244	0.039803	0.688547	70.0944
19	0.001313415	0.040894	0.882649	88.74475	19	0.001313	0.040894	0.797528	80.58081	19	0.001313	0.040894	0.708091	72.00284
20	0.001382542	0.041956	0.895163	89.95616	20	0.001383	0.041956	0.813852	82.16625	20	0.001383	0.041956	0.726409	73.78874
21	0.001451669	0.042992	0.906343	91.03696	21	0.001452	0.042992	0.828861	83.62182	21	0.001452	0.042992	0.743577	75.46009
22	0.001520796	0.044004	0.916331	92.00126	22	0.001521	0.044004	0.842659	84.95822	22	0.001521	0.044004	0.759667	77.0243
23	0.001589923	0.044993	0.925253	92.86165	23	0.00159	0.044993	0.855344	86.18527	23	0.00159	0.044993	0.774748	78.48832
24	0.00165905	0.045961	0.933225	93.62935	24	0.001659	0.045961	0.867007	87.31194	24	0.001659	0.045961	0.788883	79.85862

s	1.25 m				s	1.5 m				s	1.75 m			
t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata	t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata	t(minggu)	Tv	Uv(%)	Uh(%)	Urata-rata
1	6.91271E-05	0.009382	0.036927	4.59626	1	6.91E-05	0.009382	0.023992	3.314869	1	6.91E-05	0.009382	0.016695	2.591966
2	0.000138254	0.013268	0.072491	8.479701	2	0.000138	0.013268	0.047409	6.004729	2	0.000138	0.013268	0.033111	4.593891
3	0.000207381	0.016249	0.106742	12.12566	3	0.000207	0.016249	0.070263	8.537108	3	0.000207	0.016249	0.049252	6.470158
4	0.000276508	0.018763	0.139727	15.58689	4	0.000277	0.018763	0.09257	10.95961	4	0.000277	0.018763	0.065125	8.266614
5	0.000345635	0.020978	0.171495	18.88753	5	0.000346	0.020978	0.114341	13.29202	5	0.000346	0.020978	0.080732	10.00166
6	0.000414763	0.02298	0.202089	22.04257	6	0.000415	0.02298	0.13559	15.54541	6	0.000415	0.02298	0.096079	11.68514
7	0.00048389	0.024822	0.231554	25.06282	7	0.000484	0.024822	0.156329	17.727	7	0.000484	0.024822	0.11117	13.32318
8	0.000553017	0.026535	0.259931	27.95689	8	0.000553	0.026535	0.17657	19.84202	8	0.000553	0.026535	0.126008	14.92
9	0.000622144	0.028145	0.28726	30.73198	9	0.000622	0.028145	0.196326	21.89454	9	0.000622	0.028145	0.140599	16.47871
10	0.000691271	0.029667	0.313579	33.39437	10	0.000691	0.029667	0.215608	23.88788	10	0.000691	0.029667	0.154947	18.00172
11	0.000760398	0.031115	0.338927	35.94966	11	0.00076	0.031115	0.234427	25.82483	11	0.00076	0.031115	0.169055	19.49098
12	0.000829525	0.032499	0.363339	38.40296	12	0.00083	0.032499	0.252795	27.70783	12	0.00083	0.032499	0.182927	20.94809
13	0.000898652	0.033826	0.386849	40.75895	13	0.000899	0.033826	0.270722	29.53905	13	0.000899	0.033826	0.196568	22.37445
14	0.000967779	0.035103	0.409491	43.02197	14	0.000968	0.035103	0.288219	31.32045	14	0.000968	0.035103	0.209981	23.77126
15	0.001036906	0.036335	0.431297	45.19608	15	0.001037	0.036335	0.305296	33.05381	15	0.001037	0.036335	0.22317	25.13958
16	0.001106033	0.037527	0.452298	47.28511	16	0.001106	0.037527	0.321963	34.74078	16	0.001106	0.037527	0.236139	26.48037
17	0.001175161	0.038682	0.472523	49.29266	17	0.001175	0.038682	0.338231	36.38292	17	0.001175	0.038682	0.248891	27.7945
18	0.001244288	0.039803	0.492001	51.22212	18	0.001244	0.039803	0.354108	37.98166	18	0.001244	0.039803	0.26143	29.08277
19	0.001313415	0.040894	0.51076	53.07672	19	0.001313	0.040894	0.369605	39.53837	19	0.001313	0.040894	0.273761	30.34592
20	0.001382542	0.041956	0.528827	54.85953	20	0.001383	0.041956	0.384729	41.05434	20	0.001383	0.041956	0.285885	31.58463
21	0.001451669	0.042992	0.546226	56.57346	21	0.001452	0.042992	0.399491	42.53079	21	0.001452	0.042992	0.297807	32.79956
22	0.001520796	0.044004	0.562983	58.2213	22	0.001521	0.044004	0.413898	43.9689	22	0.001521	0.044004	0.30953	33.9913
23	0.001589923	0.044993	0.579121	59.80571	23	0.00159	0.044993	0.42796	45.36977	23	0.00159	0.044993	0.321057	35.16044
24	0.00165905	0.045961	0.594662	61.3292	24	0.001659	0.045961	0.441685	46.7345	24	0.001659	0.045961	0.332392	36.30751

Lampiran 8. Hasil perhitungan perubahan tegangan akibat penimbunan bertahap untuk derajat konsolidasi 100%

TEGANGAN		Hi	z	Po'	σ_1'	σ_2'	σ_3'	σ_4'	σ_5'	σ_6'	σ_7'	σ_8'	σ_9'	σ_{10}'	σ_{11}'	σ_{12}'	σ_{13}'	σ_{14}'	σ_{15}'	σ_{16}'	σ_{17}'	σ_{18}'	σ_{19}'
		m	m	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2
				H=0m	H=0.5m	H=1m	H=1.5m	H=2m	H=2.5m	H=3m	H=3.5m	H=4m	H=4.5m	H=5m	H=5.5m	H=6m	H=6.5m	H=7m	H=7.5m	H=8m	H=8.5m	H=9m	H=9.5m
1		1	0.5	0.322	1.247	2.172	3.097	4.022	4.9396	5.835	6.7156	7.5814	8.4287	9.2723	10.0789	10.8929	11.6514	12.384	13.0685	13.753	14.3968	14.55405	15.19045
2		1	1.5	0.966	1.891	2.816	3.7336	4.629	5.5096	6.3754	7.2227	8.0663	8.8729	9.6869	10.4454	11.178	11.8625	12.547	13.1908	13.8198	14.4562	14.6042	15.1962
3		1	2.5	1.488	2.4056	3.301	4.1816	5.0474	5.8947	6.7383	7.5449	8.3589	9.1174	9.85	10.5345	11.219	11.8628	12.4918	13.1282	13.7202	14.3122	14.45928	14.97728
4		1	3.5	1.888	2.7686	3.6344	4.4817	5.3253	6.1319	6.9459	7.7044	8.437	9.1215	9.806	10.4498	11.0788	11.7152	12.3072	12.8992	13.4875	14.0055	14.14333	14.65763
5		1	4.5	2.288	3.1353	3.9789	4.7855	5.5995	6.358	7.0906	7.7751	8.4596	9.1034	9.7324	10.3688	10.9608	11.5528	12.1411	12.6591	13.2104	13.7247	13.8542	14.3648
6		1	5.5	2.688	3.4946	4.3086	5.0671	5.7997	6.4842	7.1687	7.8125	8.4415	9.0779	9.6699	10.2619	10.8502	11.3682	11.9195	12.4338	12.9518	13.4624	13.59005	14.02665
7		1	6.5	3.088	3.8465	4.5791	5.2636	5.9481	6.5919	7.2209	7.8573	8.4493	9.0413	9.6296	10.1476	10.6989	11.2132	11.7312	12.2418	12.7524	13.189	13.31665	13.75325
8		1	7.5	3.488	4.1725	4.857	5.5008	6.1298	6.7662	7.3582	7.9502	8.5385	9.0565	9.6078	10.1221	10.6401	11.1507	11.6613	12.0979	12.6085	13.0451	13.15425	13.59085
9		1	8.5	3.938	4.5818	5.2108	5.8472	6.4392	7.0312	7.6195	8.1375	8.6888	9.2031	9.7211	10.2317	10.7423	11.1789	11.6895	12.1261	12.5627	12.9993	13.10845	13.46365
10		1	9.5	4.438	5.0744	5.6664	6.2584	6.8467	7.3647	7.916	8.4303	8.9483	9.4589	9.9695	10.4061	10.9167	11.3533	11.7899	12.2265	12.6631	13.0183	13.1108	13.4438
11		1	10.5	4.938	5.53	6.1183	6.6363	7.1876	7.7019	8.2199	8.7305	9.2411	9.6777	10.1883	10.6249	11.0615	11.4981	11.9347	12.2899	12.6599	12.9929	13.07615	13.39435
12		1	11.5	5.438	5.956	6.5073	7.0216	7.5396	8.0502	8.5608	8.974	9.508	9.9446	10.3812	10.8178	11.2544	11.6906	11.9796	13.2126	12.6456	12.9638	13.04428	13.35508
13		1	12.5	5.988	6.5023	7.0203	7.5309	8.0415	8.4781	8.9887	9.4253	9.8619	10.2985	10.7351	11.0903	11.4603	11.7933	12.1263	12.4445	12.7664	13.0772	13.15583	13.45923
14		1	13.5	6.588	7.0896	7.6092	8.0458	8.5564	8.993	9.4296	9.8662	10.3028	10.658	11.028	11.361	11.694	12.0122	12.3341	12.6449	12.9594	13.2628	13.3368	13.6328
15		1	14.5	7.188	7.6246	8.1352	8.5718	9.0084	9.445	9.8816	10.2368	10.6068	10.9398	11.2728	11.591	11.9129	12.2237	12.5382	12.8416	13.1376	13.4336	13.50298	13.76198
16		1	15.5	7.788	8.2246	8.6612	9.0978	9.5344	9.8896	10.2596	10.5926	10.9256	11.2438	11.5657	11.8765	12.191	12.4944	12.7904	13.0864	13.3639	13.6229	13.68765	13.94665
17		1	16.5	8.488	8.9246	9.3612	9.7164	10.0864	10.4194	10.7524	11.0706	11.3925	11.7033	12.0178	12.3212	12.6172	12.9132	13.1907	13.4497	13.7087	13.9677	14.02783	14.24613
18		1	17.5	9.288	9.6432	10.0132	10.3462	10.6792	10.9974	11.3193	11.6301	11.9446	12.248	12.544	12.84	13.1175	13.3765	13.6355	13.8945	14.135	14.3533	14.40695	14.62155
19		1	18.5	10.053	10.386	10.719	11.0372	11.3591	11.6699	11.9844	12.2878	12.5838	12.8798	13.1573	13.4163	13.6753	13.9343	14.1748	14.3931	14.6077	14.8223	14.87503	15.08593

Lampiran 9. Perhitungan Tegangan di Tiap Lapisan Tanah untuk Derajat Konsolidasi (U) <100%

Perubahan Tegangan	po'	Δp1	Δp2	Δp3	Δp4	Δp5	Δp6	Δp7	Δp8	Δp9	Δp10	Δp11	Δp12	Δp13	Δp14	Δp15	Δp16	Δp17	Δp18	Δp19	Δp
	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2	t/m2
Tinggi Timbunan	H=0m	H=0.5m	H=1m	H=1.5m	H=2m	H=2.5m	H=3m	H=3.5m	H=4m	H=4.5m	H=5m	H=5.5m	H=6m	H=6.5m	H=7m	H=7.5 m	H=8m	H=8.5m	H=9m	H=9.5m	
Umur Timbunan		19minggu	18minggu	17minggu	16minggu	15minggu	14minggu	13minggu	12minggu	11minggu	10minggu	9minggu	8minggu	7minggu	6minggu	5minggu	4minggu	3minggu	2mingu	1minggu	
Kedalaman/U	1	0.927159	0.91648	0.904233	0.890186	0.874074	0.855592	0.83439	0.810065	0.782156	0.75013	0.713374	0.671182	0.622741	0.567108	0.503191	0.429716	0.345178	0.247757086	0.13506	
1	0.322	0.807888	0.826634	0.821541	0.811211	0.79141	0.756703	0.72608	0.693178	0.654998	0.625209	0.568489	0.539336	0.466335	0.409973	0.339831	0.289864	0.218905	0.03880076	0.08437	10.79276
2	0.966	0.834706	0.832884	0.818099	0.787405	0.761088	0.732831	0.699573	0.676122	0.62428	0.603862	0.535217	0.486208	0.421476	0.383466	0.319928	0.266705	0.216441	0.036527691	0.078588	11.08141
3	1.488	0.834883	0.803904	0.786968	0.762567	0.733228	0.714697	0.666639	0.65291	0.587608	0.544205	0.483581	0.454652	0.396691	0.352718	0.316278	0.251196	0.201526	0.036298873	0.068901	11.14285
4	1.888	0.804464	0.784136	0.758254	0.743692	0.698658	0.690092	0.627391	0.588287	0.530804	0.508794	0.455066	0.418103	0.392128	0.332142	0.294413	0.249591	0.1766	0.034021452	0.068393	11.04303
5	2.288	0.77617	0.765198	0.722749	0.718235	0.657599	0.621808	0.566737	0.550008	0.499502	0.467872	0.449852	0.393701	0.364997	0.330039	0.257948	0.234026	0.17531	0.031971301	0.067887	10.93961
6	2.688	0.740435	0.739304	0.68042	0.647231	0.594043	0.581359	0.533318	0.505755	0.493797	0.440554	0.418706	0.391226	0.319737	0.309439	0.256076	0.220005	0.174021	0.031514022	0.058164	10.8231
7	3.088	0.69745	0.666408	0.614742	0.605177	0.559041	0.534588	0.527257	0.476226	0.4596	0.437808	0.366743	0.36795	0.317434	0.290888	0.25421	0.216859	0.149047	0.03151171	0.058148	10.71793
8	3.488	0.630394	0.623268	0.578618	0.556552	0.552759	0.503412	0.490767	0.473307	0.402543	0.410479	0.364136	0.344812	0.315155	0.286756	0.217687	0.216829	0.149028	0.026957995	0.058138	10.6896
9	3.938	0.593543	0.573314	0.57223	0.524165	0.514555	0.500397	0.429843	0.44379	0.39973	0.385897	0.361567	0.339954	0.269842	0.286763	0.217692	0.185723	0.149022	0.026957698	0.047421	10.76041
10	4.438	0.58711	0.540018	0.532725	0.521083	0.450672	0.469208	0.426874	0.417223	0.396943	0.38049	0.30954	0.339999	0.269874	0.245575	0.217709	0.185739	0.121498	0.022856537	0.044489	10.91763
11	4.938	0.546578	0.536857	0.46665	0.488587	0.447563	0.441098	0.423899	0.411374	0.339765	0.380546	0.309581	0.291094	0.2699	0.2456	0.177431	0.157651	0.113969	0.020576256	0.042531	11.04915
12	5.438	0.478656	0.503365	0.463336	0.459297	0.444446	0.434911	0.362786	0.411439	0.339812	0.325742	0.309615	0.291128	0.219899	0.208404	0.166421	0.142007	0.108943	0.019891867	0.041551	11.16965
13	5.988	0.47539	0.473201	0.460134	0.452878	0.380342	0.435008	0.362856	0.352147	0.339872	0.325802	0.252206	0.246995	0.206251	0.187708	0.159085	0.137319	0.106438	0.019436003	0.040574	11.40164
14	6.588	0.472107	0.466584	0.393725	0.452981	0.380471	0.372266	0.362922	0.352214	0.276793	0.276361	0.236539	0.22244	0.197152	0.181507	0.155425	0.134199	0.103935	0.018295674	0.039599	11.68346
15	7.188	0.403921	0.466677	0.393793	0.387588	0.380477	0.372326	0.295505	0.29871	0.259579	0.248855	0.226088	0.215079	0.192607	0.177374	0.151761	0.12637	0.101428	0.017154862	0.034694	11.93799
16	7.788	0.403987	0.399265	0.393852	0.387649	0.309753	0.315726	0.277114	0.268956	0.248102	0.240613	0.220872	0.210178	0.188063	0.167013	0.148098	0.118533	0.08884	0.016013672	0.034698	12.22533
17	8.488	0.404053	0.399332	0.320608	0.32869	0.290469	0.284262	0.26486	0.260048	0.24238	0.235133	0.215663	0.197894	0.183524	0.156648	0.129697	0.110691	0.088854	0.014872337	0.029287	12.64496
18	9.288	0.328874	0.338562	0.306636	0.295914	0.277614	0.274839	0.258745	0.254118	0.236656	0.221375	0.210452	0.185598	0.160695	0.146271	0.129717	0.102841	0.074975	0.013273521	0.028799	13.12795
19	10.053	0.308376	0.304784	0.287322	0.286097	0.271199	0.268565	0.252628	0.239236	0.230931	0.207606	0.184247	0.173289	0.160719	0.135884	0.10943	0.091828	0.073722	0.013045551	0.028311	13.68022

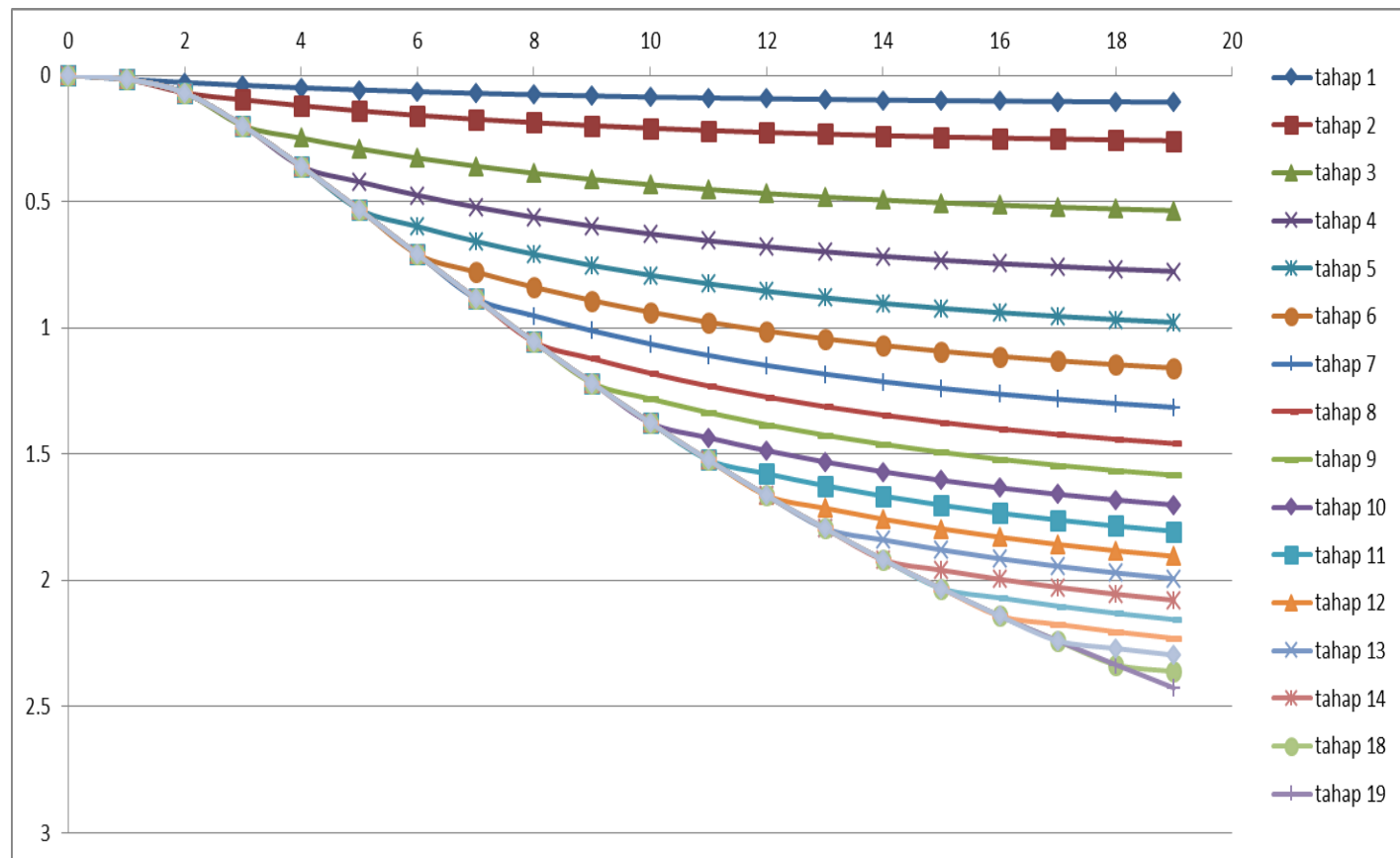
Lampiran 10. Perhitungan Cu

KEDALAMAN	PI	Cu lama	Cu baru	2/3 Cu lama		2/3 Cu baru		Cu transisi
m								
1	30	4.8	1.605192	3.2	3.2	1.070128	1.083781	2.14189068
2	30	4.8	1.646152	3.2		1.097435		
3	49	1.2	1.316128	0.8	0.8	0.877419	0.873709	0.8368543
4	49	1.2	1.304998	0.8		0.869999		
5	49	1.2	1.293466	0.8	0.8	0.862311	0.857981	0.82899037
6	49	1.2	1.280476	0.8		0.853651		
7	49	1.2	1.268749	0.8	0.8	0.845833	0.84478	0.82238992
8	49	1.2	1.26559	0.8		0.843727		
9	48	1.8	1.290702	1.2	1.2	0.860468	0.866395	1.03319756
10	48	1.8	1.308484	1.2		0.872322		
11	48	1.8	1.323359	1.2	1.2	0.882239	0.886782	1.04339107
12	48	1.8	1.336988	1.2		0.891325		
13	48	2.4	1.363226	1.6	1.6	0.908817	0.919442	1.25972087
14	48	2.4	1.3951	1.6		0.930066		
15	30	4.2	1.7677	2.8	2.8	1.178467	1.192058	1.99602901
16	30	4.2	1.808474	2.8		1.205649		
17	30	9	1.86802	6	6	1.245347	1.268192	3.63409618
18	30	9	1.936557	6		1.291038		
19	30	7.2	2.014923	4.8	4.8	1.343282	1.343282	3.07164101

[illegible]

[illegible]

[illegible]



Lampiran 12. Distribusi Tegangan Akibat Timbunan

AKIBAT TIMBUNAN		H	6 m					
kedalaman	x	y	z	m	n	l	q ₀	$\Delta\sigma'$
0-1	13.25	35	0.5	26.5	70	0.25	111	111
1-2	13.25	35	1.5	8.833333	23.33333	0.25	111	111
2-3	13.25	35	2.5	5.3	14	0.25	111	111
3-4	13.25	35	3.5	3.785714	10	0.25	111	111
4-5	13.25	35	4.5	2.944444	7.777778	0.249	111	110.556
5-6	13.25	35	5.5	2.409091	6.363636	0.246	111	109.224
6-7	13.25	35	6.5	2.038462	5.384615	0.245	111	108.78
7-8	13.25	35	7.5	1.766667	4.666667	0.238	111	105.672
8-9	13.25	35	8.5	1.558824	4.117647	0.235	111	104.34
9-10	13.25	35	9.5	1.394737	3.684211	0.228	111	101.232
10-11	13.25	35	10.5	1.261905	3.333333	0.218	111	96.792
11-12	13.25	35	11.5	1.152174	3.043478	0.205	111	91.02
12-13	13.25	35	12.5	1.06	2.8	0.202	111	89.688
13-14	13.25	35	13.5	0.981481	2.592593	0.2	111	88.8
14-15	13.25	35	14.5	0.913793	2.413793	0.198	111	87.912
15-16	13.25	35	15.5	0.854839	2.258065	0.188	111	83.472
16-17	13.25	35	16.5	0.80303	2.121212	0.186	111	82.584
17-18	13.25	35	17.5	0.757143	2	0.175	111	77.7
18-19	13.25	35	18.5	0.716216	1.891892	0.168	111	74.592

AKIBAT PAVEMENT		H		0.2 m						
KEDALAMAN	x	y	z	m	n	l	qo	$\Delta\sigma'$		
0-1	13.25	35	0.5	26.5	70	0.25	14.4	14.4	125.4	
1-2	13.25	35	1.5	8.833333	23.33333	0.25	14.4	14.4	125.4	
2-3	13.25	35	2.5	5.3	14	0.25	14.4	14.4	125.4	
3-4	13.25	35	3.5	3.785714	10	0.25	14.4	14.4	125.4	
4-5	13.25	35	4.5	2.944444	7.777778	0.249	14.4	14.3424	124.8984	
5-6	13.25	35	5.5	2.409091	6.363636	0.246	14.4	14.1696	123.3936	
6-7	13.25	35	6.5	2.038462	5.384615	0.245	14.4	14.112	122.892	
7-8	13.25	35	7.5	1.766667	4.666667	0.238	14.4	13.7088	119.3808	
8-9	13.25	35	8.5	1.558824	4.117647	0.235	14.4	13.536	117.876	
9-10	13.25	35	9.5	1.394737	3.684211	0.228	14.4	13.1328	114.3648	
10-11	13.25	35	10.5	1.261905	3.333333	0.218	14.4	12.5568	109.3488	
11-12	13.25	35	11.5	1.152174	3.043478	0.205	14.4	11.808	102.828	
12-13	13.25	35	12.5	1.06	2.8	0.202	14.4	11.6352	101.3232	
13-14	13.25	35	13.5	0.981481	2.592593	0.2	14.4	11.52	100.32	
14-15	13.25	35	14.5	0.913793	2.413793	0.198	14.4	11.4048	99.3168	
15-16	13.25	35	15.5	0.854839	2.258065	0.188	14.4	10.8288	94.3008	
16-17	13.25	35	16.5	0.80303	2.121212	0.186	14.4	10.7136	93.2976	
17-18	13.25	35	17.5	0.757143	2	0.175	14.4	10.08	87.78	
18-19	13.25	35	18.5	0.716216	1.891892	0.168	14.4	9.6768	84.2688	

H	8 m							
	x	y	z	m	n	l	q0	$\Delta\sigma'$
0-1	13.25	35	0.5	26.5	70	0.25	148	148
1-2	13.25	35	1.5	8.833333	23.33333	0.25	148	148
2-3	13.25	35	2.5	5.3	14	0.25	148	148
3-4	13.25	35	3.5	3.785714	10	0.25	148	148
4-5	13.25	35	4.5	2.944444	7.777778	0.249	148	147.408
5-6	13.25	35	5.5	2.409091	6.363636	0.246	148	145.632
6-7	13.25	35	6.5	2.038462	5.384615	0.245	148	145.04
7-8	13.25	35	7.5	1.766667	4.666667	0.238	148	140.896
8-9	13.25	35	8.5	1.558824	4.117647	0.235	148	139.12
9-10	13.25	35	9.5	1.394737	3.684211	0.228	148	134.976
10-11	13.25	35	10.5	1.261905	3.333333	0.218	148	129.056
11-12	13.25	35	11.5	1.152174	3.043478	0.205	148	121.36
12-13	13.25	35	12.5	1.06	2.8	0.202	148	119.584
13-14	13.25	35	13.5	0.981481	2.592593	0.2	148	118.4
14-15	13.25	35	14.5	0.913793	2.413793	0.198	148	117.216
15-16	13.25	35	15.5	0.854839	2.258065	0.188	148	111.296
16-17	13.25	35	16.5	0.80303	2.121212	0.186	148	110.112
17-18	13.25	35	17.5	0.757143	2	0.175	148	103.6
18-19	13.25	35	18.5	0.716216	1.891892	0.168	148	99.456

AKIBAT PAVEMENT									
KEDALAMAN	x	y	z	m	n	l	qo	$\Delta\sigma'$	
0-1	13.25	35	0.5	26.5	70	0.25	14.4	14.4	162.4
1-2	13.25	35	1.5	8.833333	23.33333	0.25	14.4	14.4	162.4
2-3	13.25	35	2.5	5.3	14	0.25	14.4	14.4	162.4
3-4	13.25	35	3.5	3.785714	10	0.25	14.4	14.4	162.4
4-5	13.25	35	4.5	2.944444	7.777778	0.249	14.4	14.3424	161.7504
5-6	13.25	35	5.5	2.409091	6.363636	0.246	14.4	14.1696	159.8016
6-7	13.25	35	6.5	2.038462	5.384615	0.245	14.4	14.112	159.152
7-8	13.25	35	7.5	1.766667	4.666667	0.238	14.4	13.7088	154.6048
8-9	13.25	35	8.5	1.558824	4.117647	0.235	14.4	13.536	152.656
9-10	13.25	35	9.5	1.394737	3.684211	0.228	14.4	13.1328	148.1088
10-11	13.25	35	10.5	1.261905	3.333333	0.218	14.4	12.5568	141.6128
11-12	13.25	35	11.5	1.152174	3.043478	0.205	14.4	11.808	133.168
12-13	13.25	35	12.5	1.06	2.8	0.202	14.4	11.6352	131.2192
13-14	13.25	35	13.5	0.981481	2.592593	0.2	14.4	11.52	129.92
14-15	13.25	35	14.5	0.913793	2.413793	0.198	14.4	11.4048	128.6208
15-16	13.25	35	15.5	0.854839	2.258065	0.188	14.4	10.8288	122.1248
16-17	13.25	35	16.5	0.80303	2.121212	0.186	14.4	10.7136	120.8256
17-18	13.25	35	17.5	0.757143	2	0.175	14.4	10.08	113.68
18-19	13.25	35	18.5	0.716216	1.891892	0.168	14.4	9.6768	109.1328

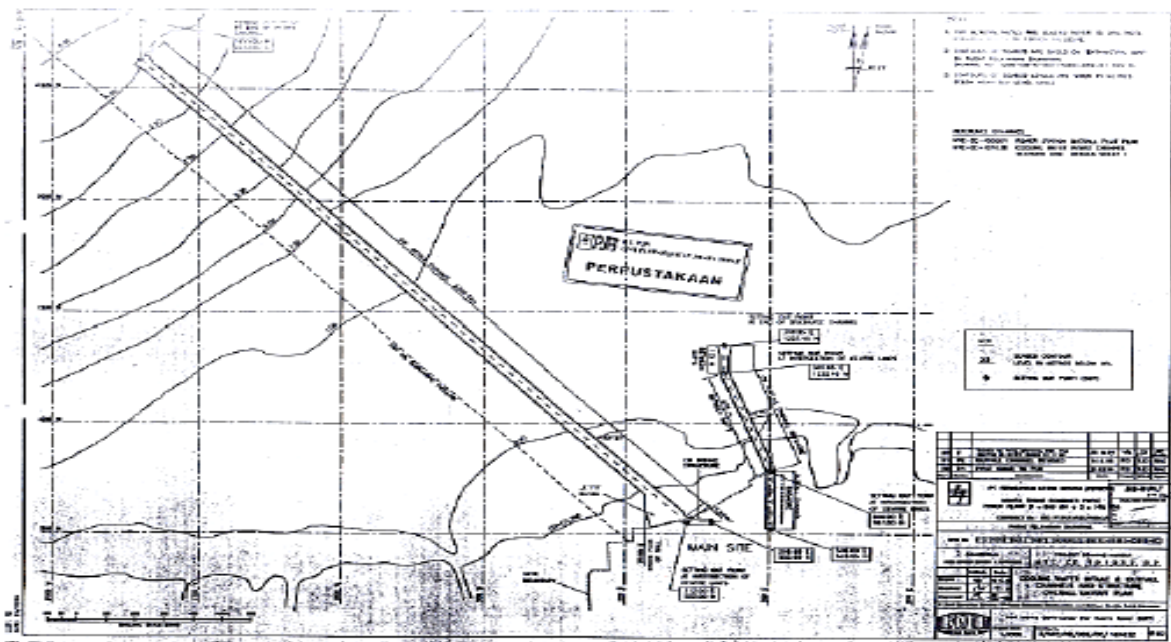
H	10 m							
	x	y	z	m	n	l	q0	$\Delta\sigma'$
0-1	13.25	35	0.5	26.5	70	0.25	185	185
1-2	13.25	35	1.5	8.833333	23.33333	0.25	185	185
2-3	13.25	35	2.5	5.3	14	0.25	185	185
3-4	13.25	35	3.5	3.785714	10	0.25	185	185
4-5	13.25	35	4.5	2.944444	7.777778	0.249	185	184.26
5-6	13.25	35	5.5	2.409091	6.363636	0.246	185	182.04
6-7	13.25	35	6.5	2.038462	5.384615	0.245	185	181.3
7-8	13.25	35	7.5	1.766667	4.666667	0.238	185	176.12
8-9	13.25	35	8.5	1.558824	4.117647	0.235	185	173.9
9-10	13.25	35	9.5	1.394737	3.684211	0.228	185	168.72
10-11	13.25	35	10.5	1.261905	3.333333	0.218	185	161.32
11-12	13.25	35	11.5	1.152174	3.043478	0.205	185	151.7
12-13	13.25	35	12.5	1.06	2.8	0.202	185	149.48
13-14	13.25	35	13.5	0.981481	2.592593	0.2	185	148
14-15	13.25	35	14.5	0.913793	2.413793	0.198	185	146.52
15-16	13.25	35	15.5	0.854839	2.258065	0.188	185	139.12
16-17	13.25	35	16.5	0.80303	2.121212	0.186	185	137.64
17-18	13.25	35	17.5	0.757143	2	0.175	185	129.5
18-19	13.25	35	18.5	0.716216	1.891892	0.168	185	124.32

AKIBAT PAVEMENT									
KEDALAMAN	x	y	z	m	n	l	qo	$\Delta\sigma'$	
0-1	13.25	35	0.5	26.5	70	0.25	14.4	14.4	199.4
1-2	13.25	35	1.5	8.833333	23.33333	0.25	14.4	14.4	199.4
2-3	13.25	35	2.5	5.3	14	0.25	14.4	14.4	199.4
3-4	13.25	35	3.5	3.785714	10	0.25	14.4	14.4	199.4
4-5	13.25	35	4.5	2.944444	7.777778	0.249	14.4	14.3424	198.6024
5-6	13.25	35	5.5	2.409091	6.363636	0.246	14.4	14.1696	196.2096
6-7	13.25	35	6.5	2.038462	5.384615	0.245	14.4	14.112	195.412
7-8	13.25	35	7.5	1.766667	4.666667	0.238	14.4	13.7088	189.8288
8-9	13.25	35	8.5	1.558824	4.117647	0.235	14.4	13.536	187.436
9-10	13.25	35	9.5	1.394737	3.684211	0.228	14.4	13.1328	181.8528
10-11	13.25	35	10.5	1.261905	3.333333	0.218	14.4	12.5568	173.8768
11-12	13.25	35	11.5	1.152174	3.043478	0.205	14.4	11.808	163.508
12-13	13.25	35	12.5	1.06	2.8	0.202	14.4	11.6352	161.1152
13-14	13.25	35	13.5	0.981481	2.592593	0.2	14.4	11.52	159.52
14-15	13.25	35	14.5	0.913793	2.413793	0.198	14.4	11.4048	157.9248
15-16	13.25	35	15.5	0.854839	2.258065	0.188	14.4	10.8288	149.9488
16-17	13.25	35	16.5	0.80303	2.121212	0.186	14.4	10.7136	148.3536
17-18	13.25	35	17.5	0.757143	2	0.175	14.4	10.08	139.58
18-19	13.25	35	18.5	0.716216	1.891892	0.168	14.4	9.6768	133.9968

Lampiran 13. Pemampatan akibat timbunan

[illegible]

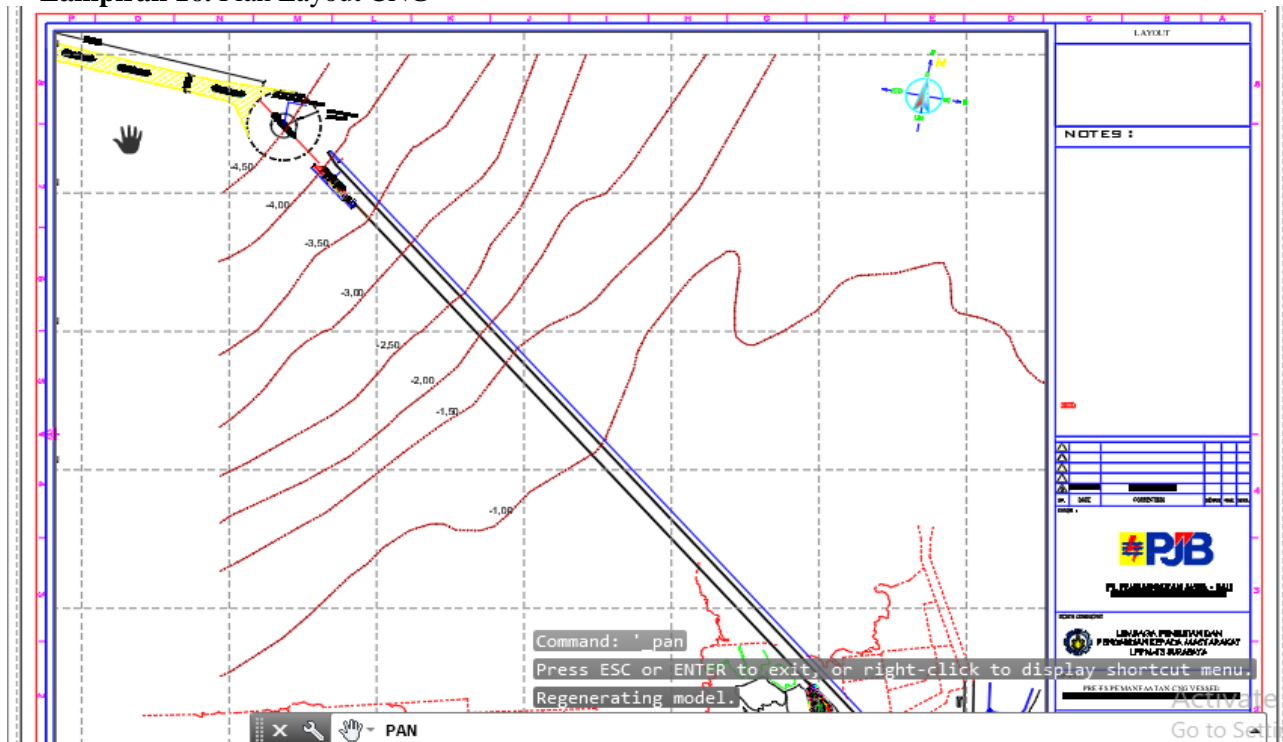
Lampiran 14. Plan Layout Existing Intake Canal



Lampiran 15. Tegangan Overburden

H	po'
0-1	0.322
1-2	0.966
2-3	1.488
3-4	1.888
4-5	2.288
5-6	2.688
6-7	3.088
7-8	3.488
8-9	3.938
9-10	4.438
10-11	4.938
11-12	5.438
12-13	5.988
13-14	6.588
14-15	7.188
15-16	7.788
16-17	8.488
17-18	9.288
18-19	10.05466667
19-20	10.788
20-21	11.52116667
21-22	12.25416667
22-23	13.02066667
23-24	13.82066667
24-25	14.58716667
25-26	15.32016667
26-27	16.07555556
27-28	16.85333333
28-29	17.56444444
29-30	18.20888889

Go to Settings





Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. Suwarno, M. Eng Prof. Ir. Indra Surya B. Mochtar, M.Sc. Ph.D.
NAMA MAHASISWA	: Silviana Jedhan
NRP	: 3113100064
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Talan Akses, Sistem Pondasi Platform dan Breasting Dolphin di Intake Canal Compressed Natural Gas Jetty Muara Tawar, Bekasi
TANGGAL PROPOSAL	: 23 Januari 2017
NO. SP-MMTA	: 012617

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	03/04	Data tanah	Lanjut timbunan	SW
2.	10/04	- Data tanah - Korelasi tanah - CV perlu direvisi (Biaraz)	- menggambar kontur elevasi - timbunan dibuat grafik. 2, 4, 6.	
3.	25/04	- Beban timbunan 1 dianggap beban hidup merata. - Beban timbunan 2 dianggap merata (tanpa traffic). - Beban timbunan 3 dianggap beban merata + beban tumbukan kapal pada sisi + beban aturan pelabuhan.		Jhm
4.	17/05	- Dermaga kapal dipt lengkap. Muat. yang pancing akan dermaga yang di dengan timbunan tanah.	- Dermaga agar tidak pancing sehingga perlu direvisi. nola. ke kasus ini.	SW
5.	24/05	- mengerjakan di dan mendapatkan Cu baru - perhitungan tanah	- melanjutkan pekerjaan dinding penahan turap	SW



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: 1. Ir. Suwarno, M. Eng 2. Prof. Ir. Andra Surya B. Mochtar, MSc. PhD.
NAMA MAHASISWA	: Silviana Teahan
NRP	: 3113100064
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Jalan Akses, Sistem Pondasi Platform dan Breasting Dolphin di Intake canal CNG Jetty Muara Tawar, Betasi
TANGGAL PROPOSAL	: 23 Januari 2017
NO. SP-MMTA	: 012617

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
6.	26/05 2017	perbaikan tanah dengan geotextile	- diperbaiki dan dikurangi kekuatan tarik max pada geotextile	<i>SW</i>
7.	7/06 2017	Perencanaan beban tiang pancang	- merencanakan ulang beban horizontal (beban kapal) - turap perhitungan	<i>SW</i>
8.	14/06 2017	- perencanaan beban tiang pancang	- memperbaiki beban horizontal dari kapal	<i>SW</i>

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Silviana Jeahan. Lahir di Banyuwangi, Jawa Timur pada tanggal 15 November 1995. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Al-Khairiyah Banyuwangi, SDN Kepatihan Banyuwangi, dan SMPN 1 Banyuwangi, dan SMAN 1 Glagah Banyuwangi. Setelah lulus dari SMA, penulis mengikuti SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan diterima di Jurusan Teknik Sipil ITS FTSP- Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013.

Di jurusan Teknik Sipil, penulis mengambil judul tugas akhir di bidang geoteknik. Pada masa perkuliahan penulis aktif dalam berorganisasi di bidang kemahasiswaan. Penulis menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Sipil ITS sebagai sekretaris Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Teknik Sipil ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email selvya.ana32@gmail.com.